جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للمناهج



الفيزياء

للصف الثالث المتوسط

تأليف

أ.د. قاسم عزيز محمد | أ. ضياء عبد علي تويج
أ.د. محمد صالح مهدي | د. شفاء مجيد جاسم
محمد حمد العجيلي | سعيد مجيد العبيدي

عباس ناجي البغدادي

الطبعة الحادية عشرة **١٤٤٣هـ / ٢٠٢١م**



المشرف العلمي على الطبع

خالدة كاطع حسن

المشرف الفني على الطبع

ياسر منذر محمد سعيد حبه

تصميم

ظافر عبيد رومي

الموقع والصفحة الرسمية للمديرية العامة للمناهج

www.manahj.edu.iq
manahjb@yahoo.com
Info@manahj.edu.iq







مقدمة

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

هذا الكتاب – عزيزي الطالب – الفيزياء للصف الثالث المتوسط الذي نأمل فيه أن يكون منسجماً مع خطة التطوير التربوي المبنيّة على أهداف الفلسفة التربوية والتعليم وتنفيذاً لمشروع تطوير وتحديث التعليم آملين أن يسهم في تهيئة جيل من المتعلمين القادرين على التعامل مع المعلومات الحديثة والاتصالات وتوظيفها بشكل سليم ورؤى مستنيرة.

لقد جاء اسلوب الكتاب وعرضه على نحو يشجع الطالب على التفاعل المباشر مع المادة والنشاطات العلمية الواردة فيه مستنداً الى إستراتيجيات التدريس الحديثة واحتوائه على العديد من الرسومات والاشكال التوضيحية اضافة الى التطبيقات العلمية الحديثة التي من شأنها أن تثري موضوع الدرس وتربطه بالحياة والمجتمع والتكنولوجيا.

وقدم الكتاب موضوعاته في تسعة فصول حيث يتضمن كل فصل الاغراض السلوكية ومفردات الفصل والمصطلحات العلمية كما تضمن عرضاً جديداً للمحتوى من كتابة الرموز والمعادلات ذات العلاقة بالارقام الانكليزية وهي خطوة جديدة متقدمة نسعى من خلالها الى تناغم المنهج مستقبلاً مع الدراستين الاعدادية والجامعية.

وقد جاءت لغة الكتاب محفزة للطالب على التذكير ومشجعه له على التفاعل مع المادة العلمية من خلال طرح التساؤلات تحت عنوان: فكرٍ أو سؤال اوتذكر كما ضم جملة من المعلومات الاثرائية ذات العلاقة وردت تحت عنوان (هل تعلم) نأمل من الاخوة المدرسين ابداء مقترحاتهم وملاحظاتهم حول هذا الكتاب خدمة للاهداف العلمية والتربوية.

كما نقدم الشكر والتقدير لكل من الاستاذ الدكتور انمار زكي صالح والست بثينة مهدي محمد لمراجعتهما العلمية للكتاب.

والله ولي التوفيق

المؤلفون

عند التعامل مع الأرقام الكبيرة جداً أو الصغيرة جداً في الرياضيات فأننا نجد صعوبة في إجراء بعض العمليات الحسابية لذا نستخدم طريقة تعتمد على قوى الرقم (10) أو (الأسس) كما في الامثلة.

$10^0 = 1$
$10^1 = 10$
$10^2 = 100$
$10^3 = 1000$
$10^4 = 10000$

وان (10^1)، يعني ان (1) أس و (10) أساس والذي يحدد عدد الاصفار فمثلا تكتب سرعة الضوء التي تبلغ $300000000\ m/s$ على شكل: $3 \times 10^8 m/s$

وأن 250000 تكتب على شكل:

$250000 = 2.5 \times 10^5$

إما إذا كان الأس سالب فأن

$$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0.1$$
$$10^{-2} = \frac{1}{10 \times 10} = 0.01$$
$$10^{-3} = \frac{1}{10 \times 10 \times 10} = 0.001$$
$$10^{-4} = \frac{1}{10 \times 10 \times 10 \times 10} = 0.0001$$

وعليه يكون:

$$2 \times 10^{-2} = \frac{2}{10 \times 10} = 0.02$$
$$5 \times 10^{-5} = \frac{5}{10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10} = 0.00005$$

فمثلاً نكتب: 0.0054 على الشكل 5.4×10^{-3}

وعند الضرب:

$$10^2 \times 10^3 = 10^{2+3} = 10^5$$

فمثلاً:

$$4 \times 10^5 \times 0.5 \times 10^3 = 4 \times 0.5 \times 10^{5+3} = 2 \times 10^8$$
$$10^4 \times 10^{-3} = 10^{4+(-3)} = 10^{+1}$$
$$10^9 \times 10^{-18} = 10^{9+(-18)} = 10^{-9}$$
$$\frac{10^3}{10^2} = 10^3 \times 10^{-2} = 10^{3+(-2)} = 10^1$$

أما في حالة إيجاد الجذر ألتربيعي ، فمثلاً:

$$\sqrt{4} = 2$$
$$\sqrt{9} = 3$$
$$\sqrt{4 \times 10^{+6}} = \sqrt{2 \times 2 \times 10^3 \times 10^3} = 2 \times 10^3$$
$$\sqrt{16 \times 10^{-8}} = \sqrt{4 \times 4 \times 10^{-4} \times 10^{-4}} = 4 \times 10^{-4}$$



الفصل الأول 1

الكهربائية الساكنة Electrostatic



مفردات الفصل





1-1 الكهربائية الساكنة.

2-1 الشحنة الكهربائية.

3-1 شحن المادة بالكهربائية.

4-1 الكشاف الكهربائي.

5-1 شحن الكشاف الكهربائي.

6-1 بعض التطبيقات العملية عن الكهربائية الساكنة.

7-1 اختلاف المواد من حيث التوصيل الكهربائي.

8-1 قانون كولوم.

9-1 المجال الكهربائي.

الأهداف السلوكية

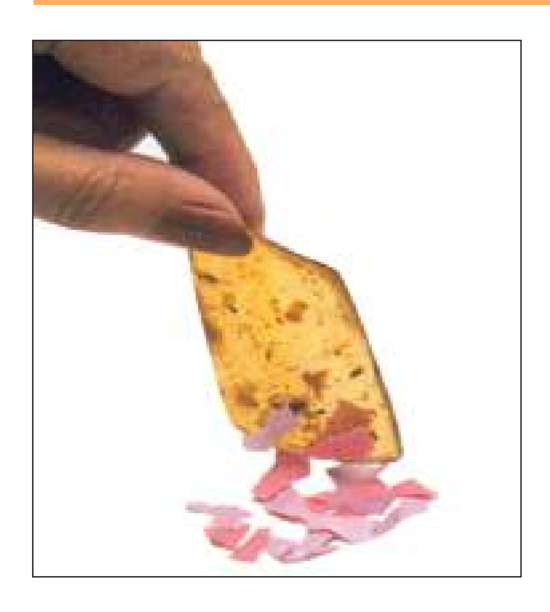
بعد دراسة هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يُعّرف الكهربائية الساكنة.
- يميز بين الشحنه الكهربائية السالبة والموجبة.
- يوضح طرائق شحن الاجسام بالكهربائية الساكنة.
- يعدد اجزاء الكشاف الكهربائي.
- يبين بتجارب شحن الكشاف الكهربائي.
- يذكر تطبيقات الكهربائية الساكنة.
- يقارن بين المواد على وفق توصيلها للكهربائية.
- يستخدم قانون كولوم في حل المسائل الفيزيائية.

المصطلحات العلمية

Electrostatics	الكهربائية الساكنة
Electroscope	الكشاف الكهربائي
Conductor	الموصل
Insulator	العازل
Electric Charge	الشحنة الكهربائية
Coulomb's Law	قانون كولوم
Electric Field	المجال الكهربائي
Charging by Induction	الشحن بالحث
Attraction Force	قوة تجاذب
Repulsion Force	قوة تنافر

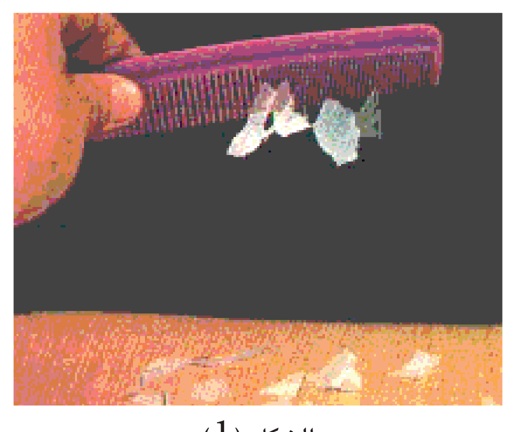
مقدمة Introduction



لقد وجد الحكيم الاغريقي أرسطو طاليس (عام 600 ق.م) ان مادة الكهرب عند دلكها بقطعة من الصوف تصير لها القابلية على جذب الاجسام الخفيفة (مثل قصاصات الورق ، قطع من القش)، وبعده وجد العالم الانكليزي وليم كلبرت (عام 1600م) ان كثيرا من المواد تشارك الكهرب في هذه الخاصية، لذا اطلق عليها اسم «الكهربائية» وهي عند الإغريق مشتقة من كلمة Electron التي اطلق عليها «الكهرمان Amber»

1-1 الكهربائية الساكنة Electrostatic

من الملاحظات المعروفة:



الشكل (1)

- إنجذاب قصاصات الورق الصغيرة إذا قربت منها مادة لَدِنَة (بلاستيكية) كالمشط بعد دلكه بالشعر، لان المشط المدلوك يصير مشحونا بالشحنات الكهربائية الساكنة (عندما يكون الشعر جافا وبدون زيت) شكل (1).



الشكل (2)

- أو إنجذاب هذه القصاصات من بالون (نفاخة مملوءة بالهواء) بعد دلك البالون بقطعة من الصوف (سينشحن البالون بالشحنات الكهربائية الساكنة) الشكل (2).

- كذلك الحال عندما تدلك بالوناً بقطعة من الصوف وتقربه من رأسك تجد ان البالون يجذب شعر رأسك (إذا كان شعرك جافا ومن غير زيت) الشكل (3).



الشكل (3)

- وإذا دفعت البالون المشحون نحو جدار تجد أنه يلتصق بالجدار ويبقى ملتصقاً به لعدة ساعات إذا كان الجو جافاً. (لأن الهواء الرطب يساعد على تفريغ الشحنات الكهربائية بسرعة) لاحظ الشكل (4).



الشكل (4)

- وعندما تسير على سجادة من الصوف فان قدميك سيحتكان بالسجادة ويكتسبان شحنات كهربائية ساكنة، والشحنات الكهربائية المتولدة على جسمك يمكن أن تشعر بها بشكل صعقة طفيفة، عندما تتفرغ هذه الشحنات لحظة ملامسة يدك للمقبض المعدني لباب الغرفة لاحظ الشكل (5).



الشكل (5)

- ويحصل الشيء نفسه عند نزولك من السيارة بعد توقفها عن الحركة وملامسة يدك فوراً أي جزء معدني من السيارة، ستشعر بصعقة كهربائية طفيفة، أو إذا مسكت الجزء المعدني من المفتاح بيدك وقربته من الجزء المعدني للسيارة، ستحدث شرارة كهربائية صغيرة بين طرف المفتاح والسطح المعدني للسيارة لاحظ الشكل (6).



الشكل (6)

- وإذا دلكتَ مشطاً من البلاستك بشعرك (أو دلكت هذا المشط بقطعة من الصوف) ثم قربته من ماء ينساب رفيعاً من حنفية، تجد أن ماء الحنفية ينجذب نحو المشط. لاحظ الشكل (7).



الشكل (7)

- وفي بعض المتنزهات العامة توجد أجهزة مسلية للأطفال، منها لعبة التزحلق البلاستيكية، لاحظ الشكل (8). ففي أثناء إنزلاق الطفل تحتك ملابسه مع أرضية اللعبة البلاستيكية، وسيكتسب جسمه شحنات كهربائية ساكنة. وعند ملامسة الطفل فوراً لأي عمود معدني قريب منه فإن الطفل سيشعر بصعقة كهربائية طفيفة نتيجة لتفريغ الشحنات التي إكتسبها جسمه بالاحتكاك.



الشكل (8)

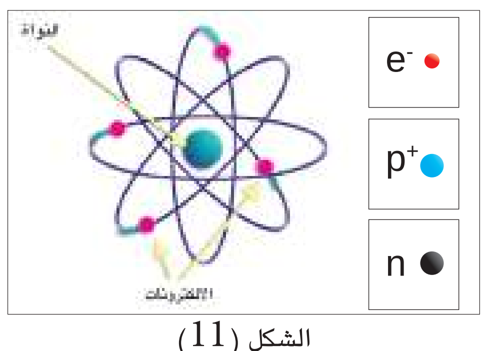
2-1 الشحنة الكهربائية Electric charge

من المعروف أن المادة تتألف من جسيمات صغيرة جداً تدعى بالذرات.

تحتوي الذرة الكترونات سالبة الشحنة (e^-) تدور بسرع عالية جداً حول النواة التي تحوي على بروتونات موجبة الشحنة (p^+) ونيوترونات (n) متعادلة الشحنة. الشكل (11).

وترتبط الالكترونات بنواة الذرة بقوى مقاديرها متفاوتة حسب بعدها عن النواة.

وإن معظم ذرات المواد تكون متعادلة كهربائياً (عدد الكتروناتها يساوي عدد بروتوناتها) لاحظ الشكل (12-a).

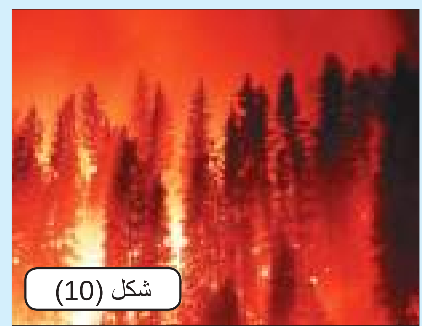


الشكل (11)

هل تعلم

قد تكون الكهربائية الساكنة ذات الشدة العالية جداً كالبرق مثلاً الشكل (9)، خطرة ومميتة إذا صعقت شخصاً. تتسبب الصاعقة في حدوث حرائق كبيرة في الغابات عندما تفرغ شحنتها في إحدى أشجارها. الشكل (10).

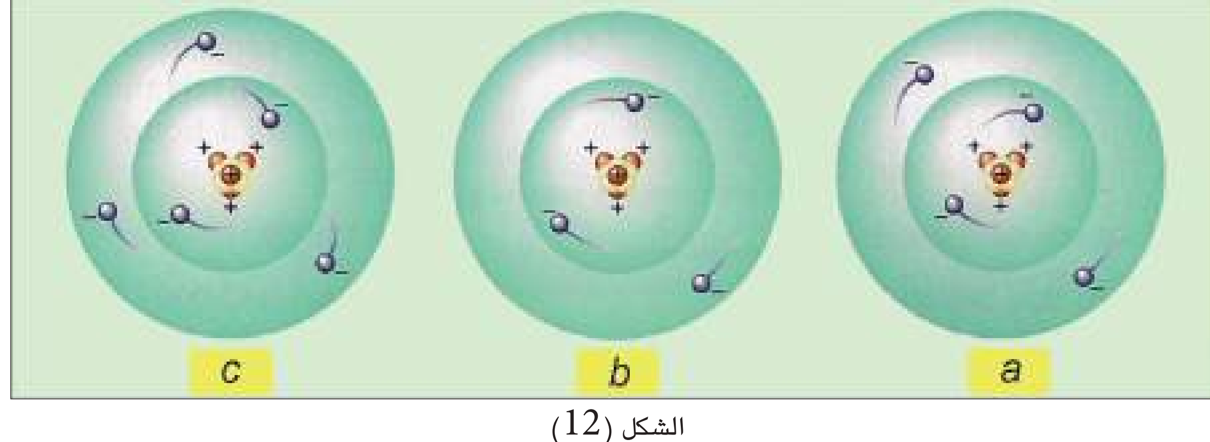

شكل (9)


شكل (10)

نوعا الشحنة الكهربائية

هناك ذرات في مواد تفقد بعضاً من الكتروناتها الخارجية بوجود مؤثر خارجي يساعدها على ذلك، فإذا حصل نقص في عدد الكترونات الذرة بسبب هروب بعض منها إلى خارج الجسم، تصير الذرة أيوناً موجباً ويكون الجسم مشحوناً بالشحنة الموجبة ($+q$) الشكل (12-b).

اما الجسم الذي تكتسب ذراته بعضاً من الكترونات ذرات اجسام أخرى تصير الذرة ايوناً سالباً ويكون الجسم مشحوناً بالشحنة السالبة ($-q$). لاحظ الشكل (12-c).



الشكل (12)

من المهم أن تعرف المعلومات التالية:

- البروتون داخل نواة الذرة وشحنته موجبة ومقدارها يساوي مقدار شحنة الالكترون.
- ان شحنة الإلكترون أو البروتون تعد أصغر وحدة قياس للشحنات.
- أن شحنة أي جسم مشحون تساوي مضاعفات صحيحة لمقدار شحنة الالكترون (عدد الالكترونات = $\frac{\text{شحنة الجسم}}{\text{شحنة الالكترون}}$).
- لقد أوضحت التجارب ان مقدار شحنة الالكترون يساوي (1.6×10^{-19} Coulomb).
- وأن الكولوم هي وحدة قياس الشحنات الكهربائية.
- الكولوم الواحد (1 Coulomb) يعادل شحنة كمية من إلالكترونات عددها 6.25×10^{18} الكترون (electron).
- والكولوم وحدة كبيرة واجزائها الشائعة الاستعمال هي:

المايكرو كولوم ($1\ \mu C = 10^{-6} C$) والنانو كولوم ($1\ nC = 10^{-9} C$)

قوى التجاذب والتنافر بين الشحنات الكهربائية

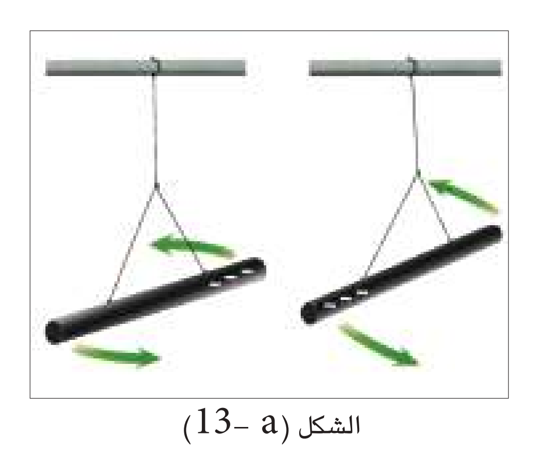
نشاط | **الشحنات المتشابهة تتنافر مع بعضها والشحنات المختلفة تتجاذب مع بعضها**

أدوات النشاط: ساقان متماثلان من المطاط الصلب ، ساقان متماثلان من الزجاج ، قطعتان أحداهما من (الصوف أو الفرو) واخرى من الحرير ، خيوط من القطن أو الحرير ، حاملان.

الخطوات:

أولاً:

- نعلق ساقي المطاط بوضع أفقي بخيطين بوساطة حاملان ونجعلهما متقاربتين من بعضهما.
- ندلك كل منهما وعلى إنفراد بوساطة قطعة الصوف. (ستتشحن كل منهما بالشحنة السالبة)
- نترك الساقين معلقتين بحرية، نلاحظ تنافرهما مع بعضهما الشكل (13–a).



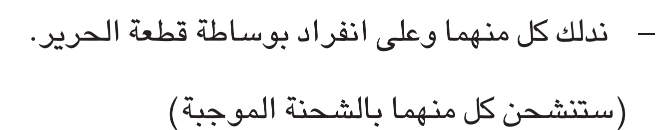
الشكل (13– a)

نستنتج من النشاط الأول: أن الشحنات المتشابهة تتنافر مع بعضها

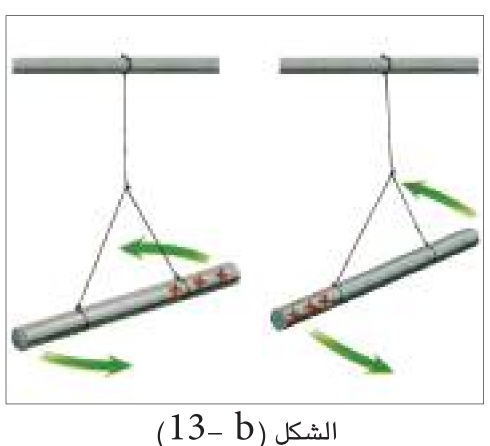
ثانياً:



- نعلق ساقي الزجاج بوضع افقي بخيطين بوساطة حاملان ونجعلهما متقاربتين من بعضهما.



- ندلك كل منهما وعلى انفراد بوساطة قطعة الحرير.
(ستنشحن كل منهما بالشحنة الموجبة)
- نترك الساقين معلقتين بحرية، نلاحظ تنافرهما لاحظ الشكل (13-b).



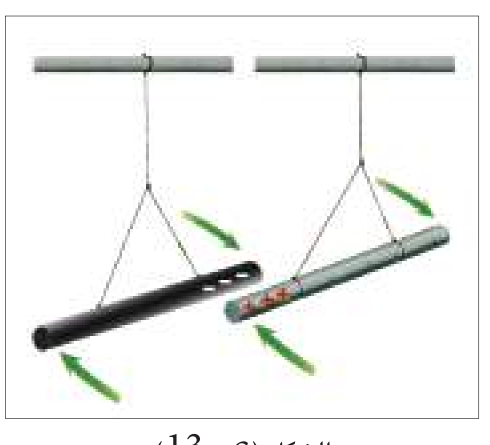
الشكل (13- b)



نستنتج من النشاط الثاني: أن الشحنات المتشابهة تتنافر مع بعضها

ثالثاً:

- نعلق ساق من الزجاج وساق أخرى من المطاط بوضع أفقي بخيطين بوساطة حاملان ونجعلهما متقاربتين من بعضهما.
- ندلك ساق الزجاج بقطعة الحرير (ستنشحن الساق بالشحنة الموجبة) وندلك ساق المطاط بقطعة الصوف ستنشحن الساق بالشحنة السالبة).
- نترك الساقين معلقتين بحرية، نلاحظ تجاذبهما الشكل (13-c).

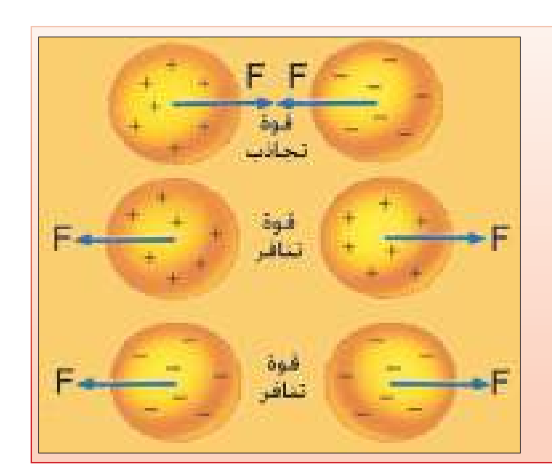


الشكل (13- c)

نستنتج من النشاط الثالث: أن الشحنات المختلفة تتجاذب مع بعضها

تذكر

- الشحنات الكهربائية المختلفة تتجاذب مع بعضها.
- الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر مع بعضها.

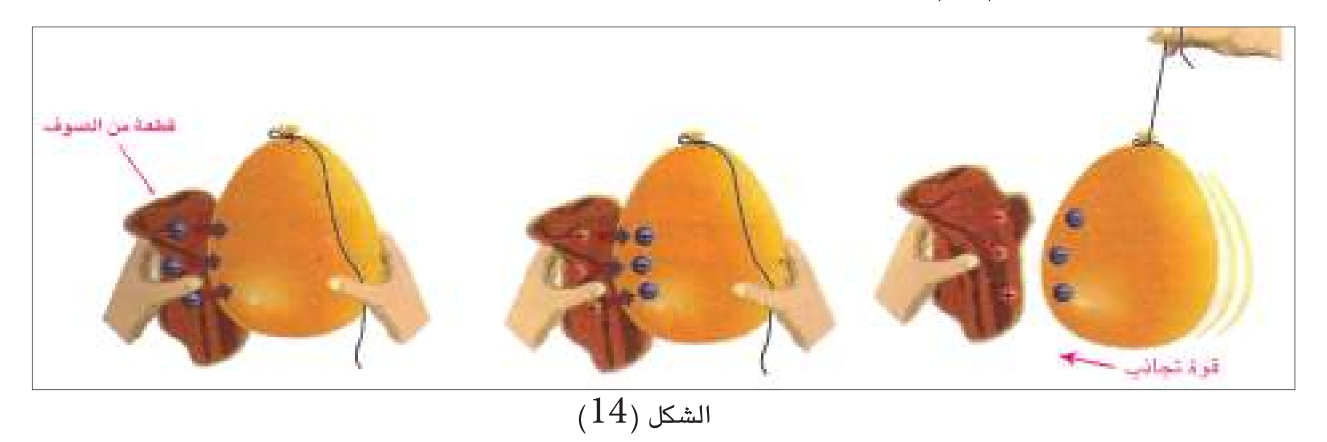


3-1 شحن المادة بالكهربائية

توجد ثلاث طرائق لشحن الأجسام بالكهربائية الساكنة هي:

a – الشحن بطريقة الدلك:

إذا دلكت بالوناً بقطعة من الصوف ستظهر شحنة موجبة على قطعة الصوف (نتيجة لفقدها بعضاً من الكتروناتها)، بينما تظهر شحنة سالبة على البالون (نتيجة لإكتسابه تلك الإلكترونات). وإذا علقت البالون المشحون بالشحنة السالبة بخيط من مادة عازلة وقربت منه قطعة الصوف المشحونة بالشحنة الموجبة، تجد ان قطعة الصوف هذه تجذب اليها البالون، الشكل (14).

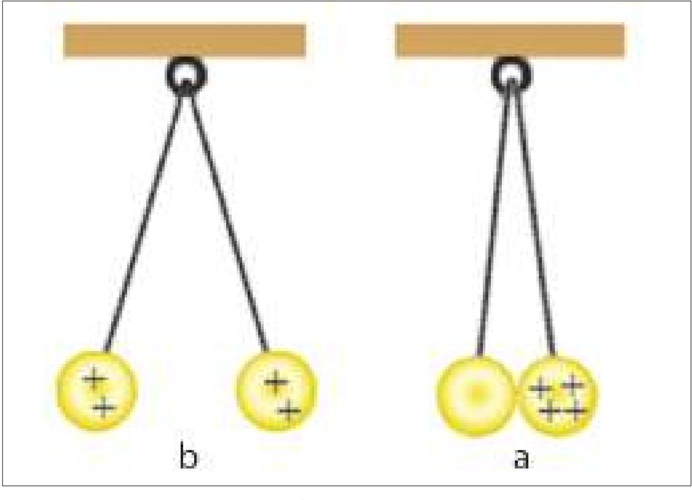


الشكل (14)

b – الشحن بطريقة التماس:

علق كرتين من نخاع البيلسان بوساطة خيطين من مادة عازلة ومن نقطة واحدة.

اشحن احدى الكرتين بملامستها لساق من الزجاج مدلوكة بالحرير ثم اتركها لتلامس الكرة الاخرى غير المشحونة كما في الشكل (15-a)، تلاحظ بعد ذلك إبتعاد الكرتين عن بعضهما وهذا يدل على ان الكرة الثانية غير المشحونة قد اكتسبت قسماً من شحنة الكرة الاولى بالتماس مما ادى إلى تنافر الكرتين شكل (15-b).

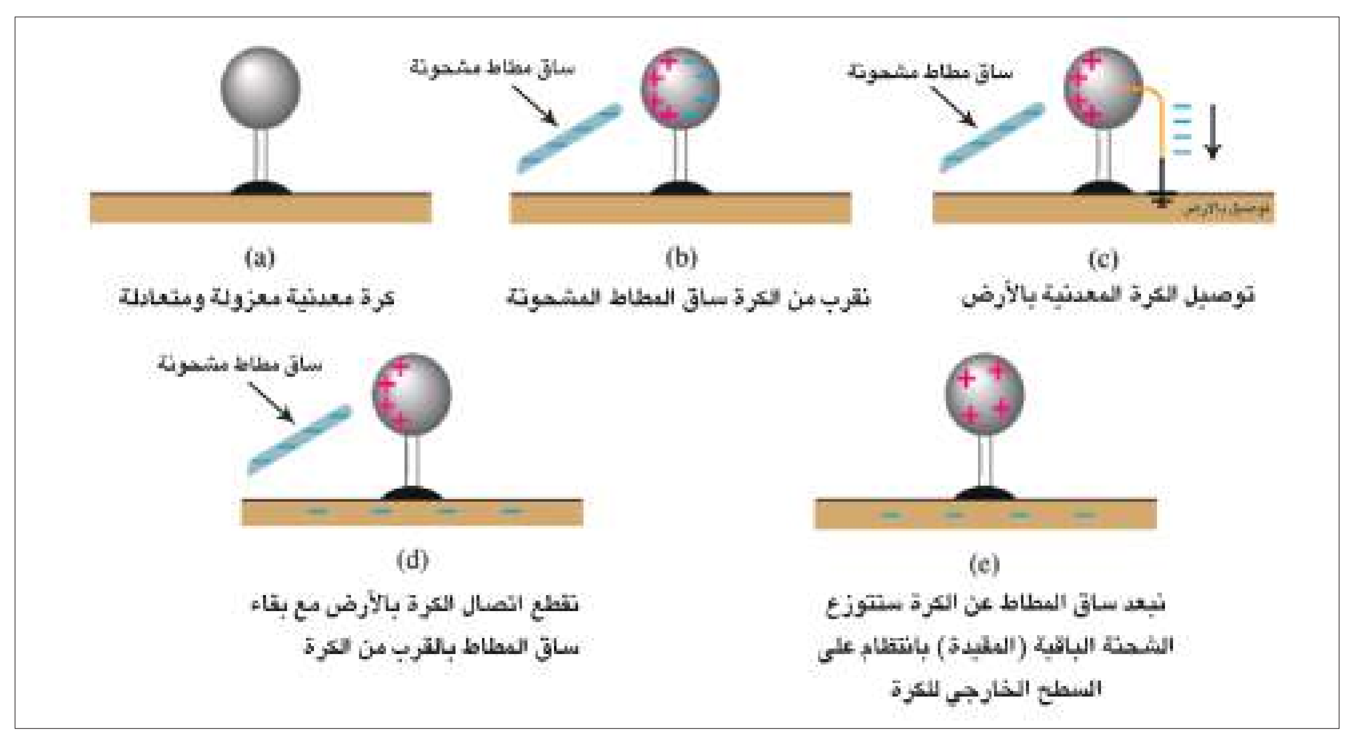


الشكل (15)

هل تعلم

ان الجسم المشحون المعزول يفقد شحنته الكهربائية عند تركه في الهواء، وإن سرعة تفريغ شحنته الكهربائية تزداد بزيادة رطوبة الجو.

C- الشحن بطريقة الحث:



الشكل (16)

- عند تقريب ساق من المطاط الصلب مشحونة بشحنة سالبة (تصير شحنتها سالبة بعد دلكها بالصوف) من سطح كرة معدنية متعادلة كهربائياً ومعزولة، فان شحنة الساق السالبة (الإلكترونات) سوف تنافر بعضا من الكترونات سطح الكرة وتدفعها إلى الجهة البعيدة عن الساق (تدعى هذه الالكترونات بالشحنات الطليقة)، ونتيجة للنقص الحاصل في عدد الكترونات الجهة القريبة من الساق، تظهر فيها شحنة موجبة (تدعى هذه الشحنات بالشحنات المقيدة). لاحظ الشكل (16-b).
- نوصل الكرة المعدنية بالأرض بربط سطحها بسلك موصول بالأرض (أو بملامسة سطحها باصبع اليد) مع بقاء الساق المشحونة قريبة من الكرة، نجد ان الشحنات الطليقة قد تسربت إلى الأرض لاحظ الشكل (19-c).
- نقطع إتصال الكرة مع الأرض (نرفع الاصبع عن الكرة) مع بقاء الساق قريبة من الكرة نجد بقاء الشحنة المقيدة في موضعها. لاحظ الشكل (16-d).
- نبعد الساق عن الكرة، نجد أن الشحنات المقيدة (وهي الشحنات الموجبة المخالفة لشحنة الساق) تتوزع بانتظام على السطح الخارجي للكرة. لاحظ الشكل (16-e). وان الاستدلال عن وجود الشحنة من عدمها على جسم ما يتم باستعمال جهاز الكشاف الكهربائي.

4-1 الكشاف الكهربائي Electroscope

جهاز يستعمل في تجارب الكهربائية الساكنة لاغراض منها:

1- الكشف عن وجود شحنة كهربائية على جسم ما.
2 – لمعرفة نوع الشحنة الكهربائية على الجسم المشحون.

تصنع الكشافات الكهربائية باشكال مختلفة، لاحظ الشكل (17).
يتألف الكشاف الكهربائي من:

- ساق مصنوعة من المعدن.
- قرص معدني (أو كرة معدنية) يتصل بالطرف العلوي للساق.
- ورقتين رقيقتين (أو شريطين) من الذهب أو الالمنيوم تتصلان بالطرف السفلي للساق (او ورقة رقيقة واحدة من الذهب او الالمنيوم تتصل بالطرف السفلي للساق) أو (تعلق من منتصفها على محور في نهاية الساق لتكون طليقة الحركة).
- صندوق من الزجاج أو المعدن أو الخشب ذو نافذة زجاجية .
- سداد من الفلين أو المطاط في الجزء العلوي من الصندوق لعزل الساق والورقتين عن الصندوق.





الشكل (17) اشكال مختلفة من الكشافات الكهربائية.

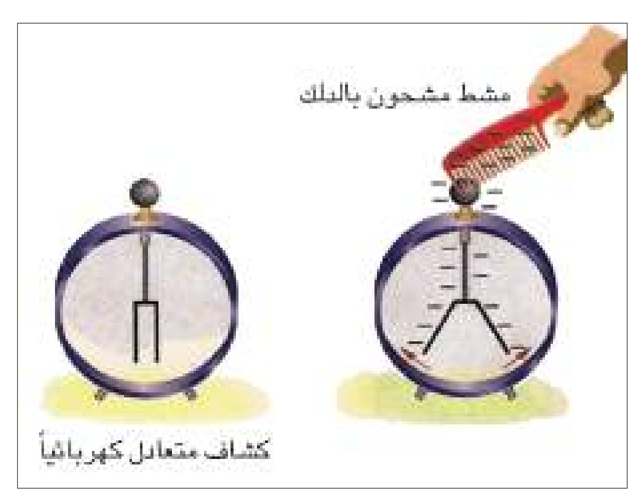
5-1 شحن الكشاف الكهربائي

نشاط (a) شحن الكشاف الكهربائي بطريقة التماس (التوصيل)

ادوات النشاط: كشاف كهربائي ، مشط من البلاستك.

خطوات النشاط:

- ندلك المشط بالشعر (بشرط أن يكون الشعر جافاً وبدون زيت).
- نجعل المشط يلامس قرص الكشاف المتعادل كهربائياً.
  نلاحظ إبتعاد ورقتي الكشاف لاحظ الشكل (18).



الشكل (18)

تفسير النشاط:

عند حصول التماس بين المشط المشحون وقرص الكشاف المتعادل كهربائياً، تبتعد ورقتا الكشاف الكهربائي، بسبب ظهور قوة تنافر بينهما، لاكتساب الورقتين النوع نفسه من الشحنات (مماثلة لشحنة الجسم الملامس).

نشاط (b) شحن الكشاف الكهربائي بطريقة الحث

أدوات النشاط: كشاف كهربائي ، ساق من الزجاج ، قطعة من الحرير.

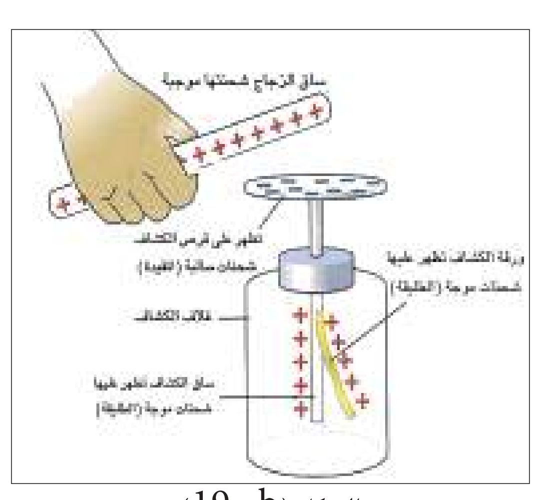


الشكل (19-a)

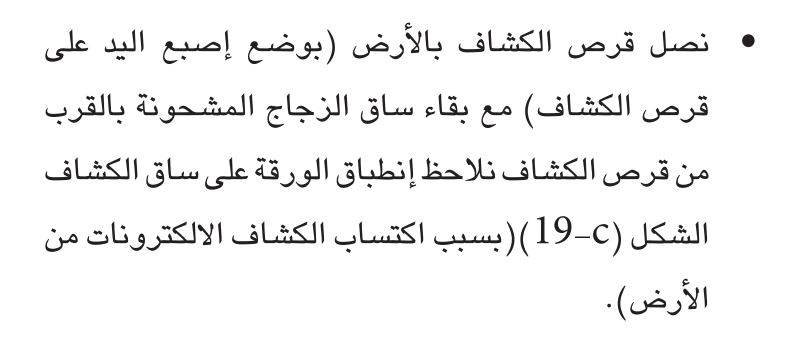
خطوات النشاط:

- ندلك ساق الزجاج بقطعة الحرير
  (تظهر على الساق شحنة موجبة) الشكل (19-a).
- نقرب ساق الزجاج المشحونة من قرص كشاف متعادل كهربائياً.

تلاحظ تنافر ورقة الالمنيوم مع الساق المعدنية للكشاف الشكل (19-b). وهذا دليل على أن الكشاف صار مشحوناً، (ينشحن قرص الكشاف بالشحنة السالبة وهي الشحنة المقيدة وتنشحن ورقة الالمنيوم بالشحنة الموجبة وهي الشحنة الطليقة). أي دائماً ينشحن القرص بالشحنة المخالفة لتجاذب شحناته مع شحنات المؤثر والورقة والساق بالشحنة المشابهة لتنافر شحنتهما مع شحنة المؤثر.



الشكل (19- b)



- نصل قرص الكشاف بالأرض (بوضع إصبع اليد على قرص الكشاف) مع بقاء ساق الزجاج المشحونة بالقرب من قرص الكشاف نلاحظ إنطباق الورقة على ساق الكشاف الشكل (19-c)(بسبب اكتساب الكشاف الالكترونات من الأرض).

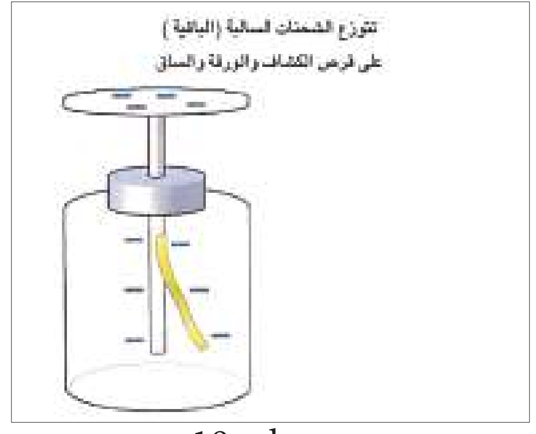


الشكل (19- c)

- نقطع إتصال قرص الكشاف بالأرض (نرفع الاصبع عن قرصه) مع بقاء ساق الزجاج المشحونة بالقرب من قرص الكشاف. نجد بقاء الورقة منطبقة على ساق الكشاف.

أخيراً نبعد ساق الزجاج عن الكشاف، نلاحظ تنافر ورقة الالمنيوم مع ساق الكشاف، الشكل (19-d).

وهذا يدل على توزع الشحنات الباقية (الشحنات التي كانت مقيدة) على قرص الكشاف والساق والورقة.



الشكل (19- d)

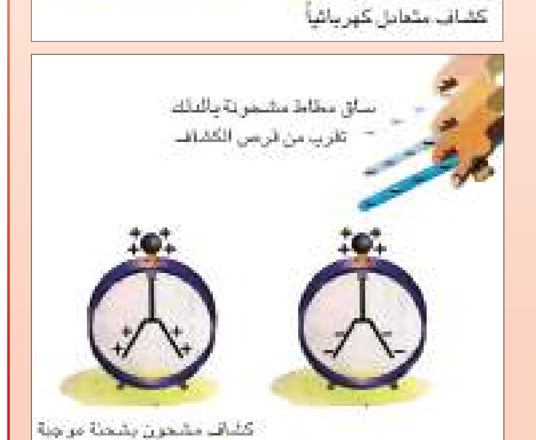
هل تعلم

عند ايصال موصل ما مشحون بالارض بسلك معدني يقال له بانه مؤرض grounded، فتتعادل شحنته باعتبار الارض مستودع كبير لتصريف الشحنات الكهربائية التي تنتقل منها وإليها بسهولة.

تذكر

– الكشاف الكهربائي المشحون بطريقة التماس تنفرج ورقتاه لاكتسابهما شحنة مماثلة لشحنة الجسم الملامس.

– الكشاف الكهربائي المشحون بالحث تنفرج ورقتاه لاكتسابهما شحنة مخالفة لشحنة الجسم المقرب من قرص الكشاف.

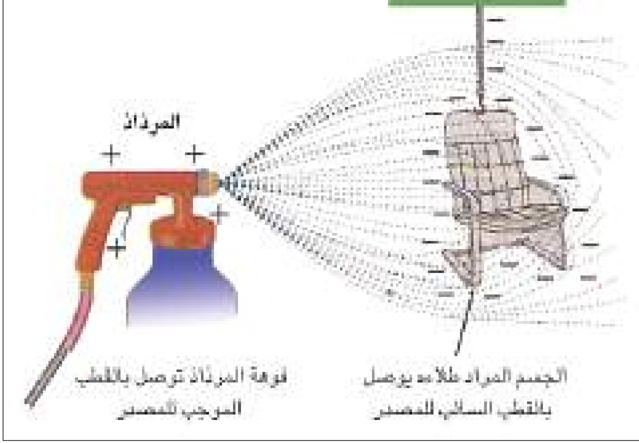


6–1 بعض التطبيقات العملية عن الكهربائية الساكنة

تستثمر الكهربائية الساكنة في عمل الاجهزة التالية:

المرذاذ:

من أمثلته جهاز صبغ السيارات (أو صبغ اي جسم اخر موصل مثل الكرسي) لاحظ الشكل (20)، اذ توصل فوهة المرذاذ بالقطب الموجب للمصدر الكهربائي، وهذا يجعل جميع قطيرات الصبغة (الطلاء) الخارجة من فوهته مشحونة بشحنة موجبة، فتتباعد بعضها عن بعض بسبب قوى التنافر بينها.





الشكل (20)

اما الجسم الموصل المراد صبغه مثل السيارة أو الكرسي فيوصل مع القطب السالب للمصدر أو يوصل بالارض وهذا يساعد على إنجذاب قطيرات الصبغ إلى سطح ذلك الجسم مما يجعل عملية الصبغ هذه متجانسة وجيدة. وتستثمر الكهربائية الساكنة ايضا في تطبيقات اخرى مثل أجهزة الاستنساخ وفي أجهزة الترسيب التي تستعمل في معامل صناعة الأسمنت للتقليل من التلوث البيئي وكذلك في تثبيت مواد التجميل والعدسات اللاصقة.

7-1 إختلاف المواد من حيث التوصيل الكهربائي

تقسم المواد من حيث قابليتها على التوصيل الكهربائي إلى:

1- الموصلات (Conductors):

هي مواد تحتوي وفرة من الشحنات الكهربائية السالبة الشحنة (الالكترونات ضعيفة الارتباط بالنواة) من أمثلتها النحاس والفضة والألمنيوم وغيرها وتتحرك الالكترونات خلال هذه المواد بسهولة، فهي موصلات جيدة، الشكل (21).

الشكل (21) مادة موصلة

2- العوازل (Insulators):

هي مواد لا تتحرك فيها الشحنات الكهربائية بحرية، مثل الزجاج والصوف والمطاط وغيرها الشكل (22).



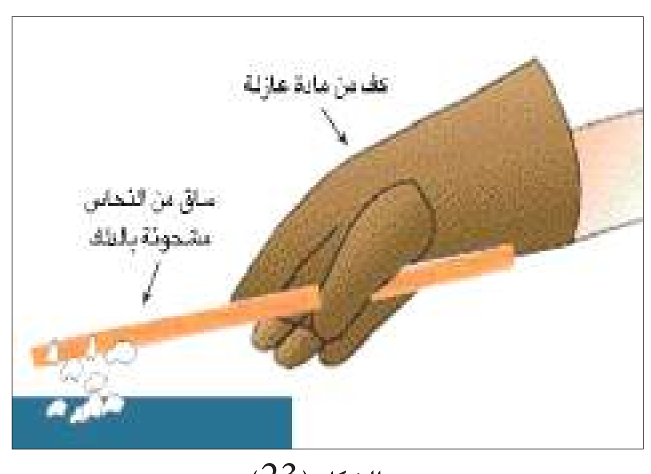
الشكل (22) مادة عازلة

من المشاهدات التي تحتاج إلى تفسير :

- إذا مسكت بيدك ساق من النحاس من أحد طرفيها ودلكتها بقطعة من الصوف أو الفرو وقربتها من قصاصات صغيرة من الورق تلاحظ عدم إنجذاب تلك القصاصات اليها، وقد تعتقد ان ساق النحاس لم تنشحن. ولكن حقيقة ذلك هو: ان الشحنات الكهربائية المتولدة على ساق النحاس بالدلك والممسوكة باليد قد تسربت مباشرة إلى الارض عن طريق جسمك.

هل تعلم

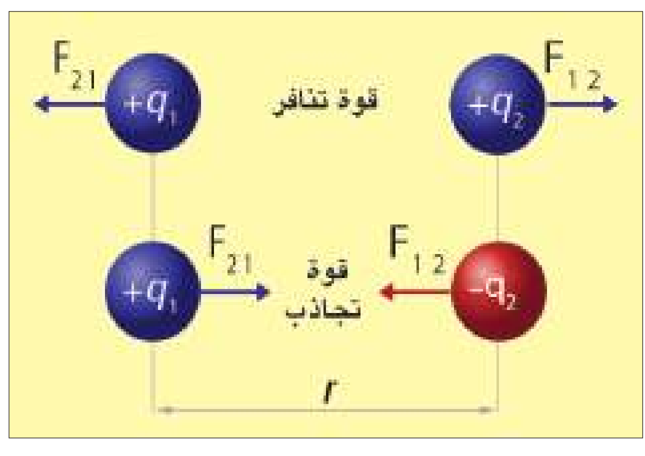
توجد مواد تسمى اشباه الموصلات (مثل السيلكون والجرمانيوم) تمتلك قابلية توصيل كهربائي في ظروف معينة وتسلك سلوك العازل في ظروف أخرى.



الشكل (23)

• لو مسكت ساق من النحاس نفسها من أحد طرفيها بمقبض من مادة عازلة (أو لبست كفا من المطاط)، شكل (23) ودلكت الساق بقطعة من الصوف أو الفرو ثم قربتها من تلك القصاصات الورقية، تجد أنها تنجذب نحو الساق، فنستنتج من ذلك أن ساق النحاس يمكن شحنها بالكهربائية الساكنة واحتفاظها بالشحنات لفترة قصيرة إذا كانت معزولة.

8-1 قانون كولوم Coulomb's law



الشكل (24)

لقد عرفنا أن الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر مع بعضها والشحنات الكهربائية المختلفة تتجاذب مع بعضها، وهذا يعني وجود قوى كهربائية متبادلة بين الشحنات تؤدي إلى تنافرها أو تجاذبها. الشكل (24).

لقد وجد العالم كولوم إن القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين ساكنتين تتناسب تناسباً طردياً مع حاصل ضرب مقداريهما وعكسياً مع مربع البعد بينهما.

والصيغة الرياضية لقانون كولوم هي:

القوة الكهربائية = ثابت × (مقدار الشحنة الاولى × مقدار الشحنة الثانية) / (مربع البعد بين الشحنتين)

$$F = k\frac{q_1\,q_2}{r^2}$$

حيث (F): القوة الكهربائية مقاسة بوحدة النيوتن (N).

$(q_1 ، q_2)$ مقدار كل من الشحنتين النقطيتين مقاسة بوحدة الكولوم (C).

(r) البعد بين مركزي الشحنتين مقاساً بوحدة المتر (m).

(k) ثابت التناسب يعتمد على نوع مادة الوسط بين الشحنتين ومقداره في الفراغ يساوي:

$$k = 9\times10^9 \ \frac{N.m^2}{C^2}$$

مثال

وضعت شحنة كهربائية نقطية موجبة مقدارها $(+4\times10^{-6}C)$ على بعد $(0.06m)$ من شحنة كهربائية نقطية اخرى موجبة ايضا مقدارها $(+9\times10^{-6}C)$. إحسب مقدار :

1- القوة التي تؤثر بها الشحنة الأولى على الشحنة الثانية. وما نوعها ؟

2- القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الأولى. وما نوعها ؟



الحل:

نطبق قانون كولوم:

$$F = k\frac{q_1 \ q_2}{r^2}$$

1- لتكن (F_{12}) القوة التي تؤثر فيها الشحنة الأولى على الشحنة الثانية:

$$F_{12} = 9\times10^9 \times \frac{(+4\times 10^{-6}C)\times(+9\times10^{-6}C)}{(0.06m)^2} = \frac{9\times4\times9\times10^{+9-6-6}}{36\times10^{-4}}$$

$$F_{12} = 90N$$

بما ان القوة الكهربائية موجبة فهي قوة تنافر

2- لتكن (F_{21}) القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الأولى:

$$F_{21} = 9\times10^{9} \times \frac{(+9\times10^{-6}C)(\times)(+4\times10^{-6}C)}{(0.06m)^2} = \frac{9\times9\times4\times10^{+9-6-6}}{36\times10^{-4}}$$

$F_{21} = 90N$ والقوة هي قوة تنافر

بما ان القوى متبادلة بين الشحنات الكهربائية، فانها تخضع للقانون الثالث لنيوتن أي ان:

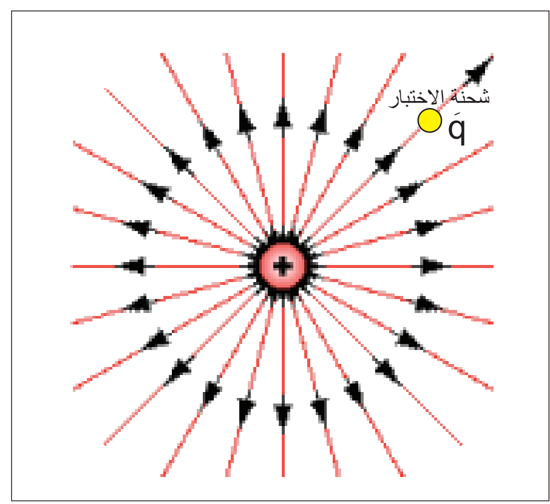
$$F_{21} = -F_{12}$$

وهذا يعني ان القوة الكهربائية التي تؤثر فيها الشحنة الأولى على الشحنة الثانية تساوي القوة التي تؤثر بها الشحنة الثانية على الشحنة الأولى بالمقدار وتعاكسها بالاتجاه.

9-1 المجال الكهربائي The electric field

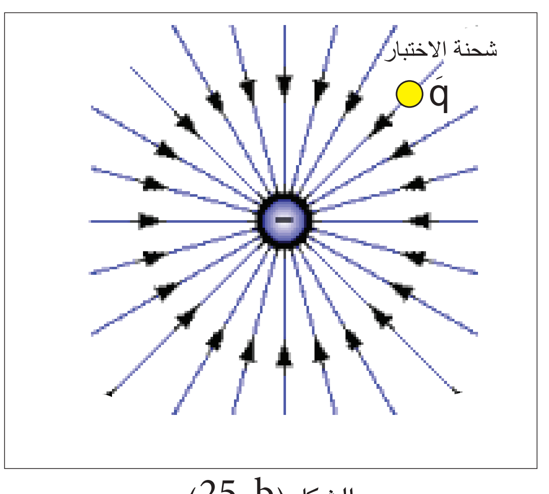
ماهو المجال الكهربائي ؟ وكيف نستدل على وجوده ؟

نفرض ان لدينا شحنة نقطية موجبة (q) في نقطة معينة. ان هذه الشحنة تحدث في الحيز المحيط بها تأثيراً يعرف بالمجال الكهربائي، ويختبر المجال الكهربائي عند أي نقطة بوساطة شحنة صغيرة موجبة تسمى شحنة الاختبار (Test charge) توضع في تلك النقطة وتقاس القوة المؤثرة فيها لمعرفة مقدار المجال الكهربائي.



الشكل (25-a)

يبين الشكل (25-a) شحنة نقطية موجبة (+q) تُولد مجالاً كهربائياً، وشحنة (q́) هي شحنة الاختبار.



الشكل (25-b)

والشكل (25-b) يمثل مجالاً كهربائياً لشحنة كهربائية سالبة (−q). وهذا يعني ان المجال الكهربائي عند نقطة ما، يعرف بدلالة القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة الاختبار الموضوعة في تلك النقطة .

لذلك فان مقدار المجال الكهربائي في اية نقطة في الفضاء يعرف بانه القوة الكهربائية لوحدة الشحنة المؤثرة في شحنة اختبارية صغيرة موجبة (q') موضوعة في تلك النقطة.

ويمكن ايجاد مقدار المجال الكهربائي من العلاقة الاتية:

مقدار المجال الكهربائي = القوة الكهربائية / مقدار الشحنة الاختبارية

$$E = \frac{F}{q'}$$

حيث ان:

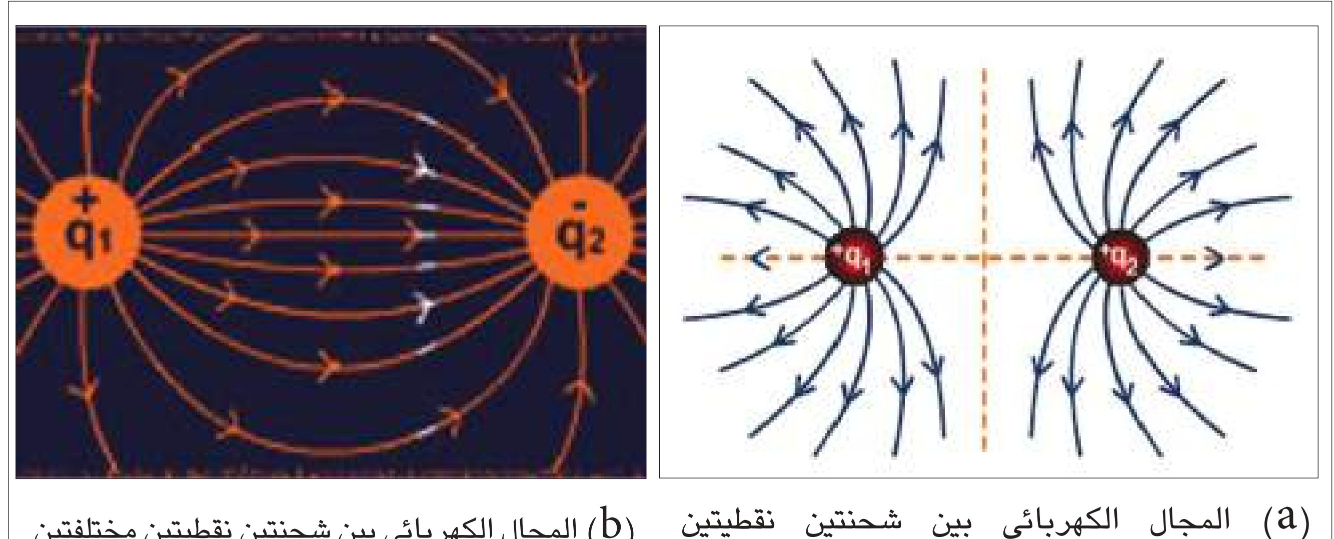
(E) تمثل مقدار المجال الكهربائي مقاساً بوحدات $\frac{N}{C}$.

(F) مقدار القوة الكهربائية مقاسة بوحدات (N).

(q') الشحنة الاختبارية الموجبة مقاسة بوحدات الكولوم (C).

ومن الجدير بالذكر أن المجال الكهربائي يمثل بالرسم بخطوط قوى (غير مرئية) تبدأ من الشحنة الموجبة وتنتهي بالشحنة السالبة.

والشكل (26-a) يوضح المجال الكهربائي بين شحنتين نقطيتين متشابهتين والشكل (26-b) يوضح المجال الكهربائي بين شحنتين نقطيتين مختلفتين.



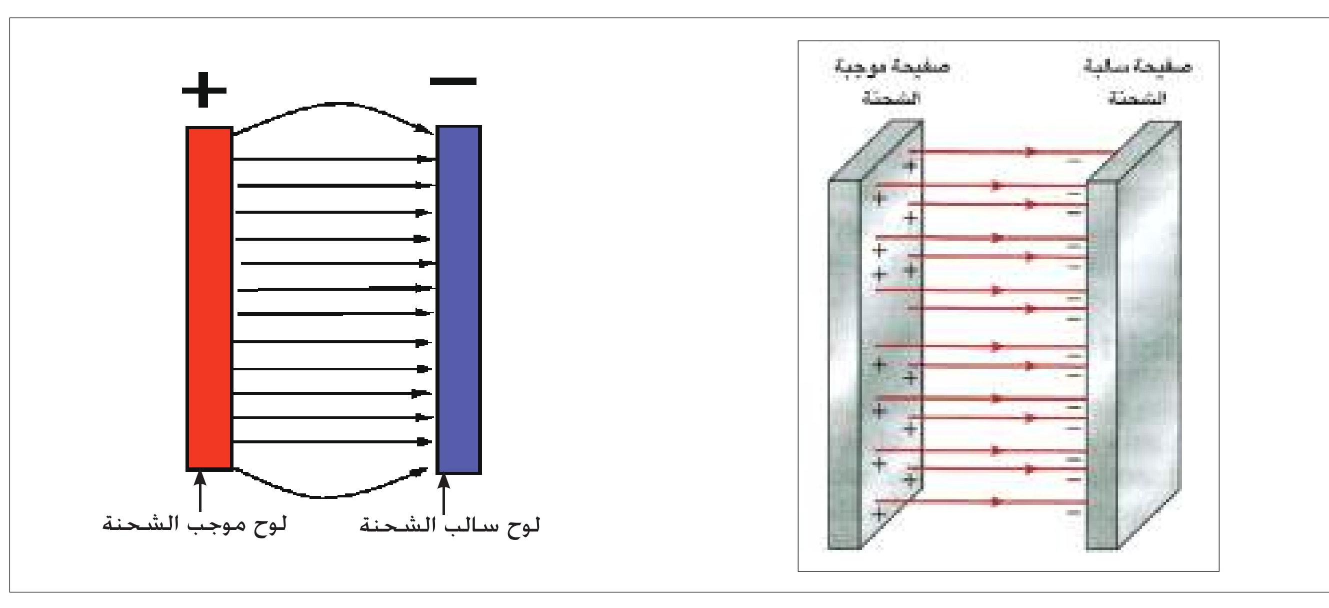
(a) المجال الكهربائي بين شحنتين نقطيتين متشابهتين .

(b) المجال الكهربائي بين شحنتين نقطيتين مختلفتين

الشكل (26)

المجال الكهربائي المنتظم:

المجال الكهربائي المنتظم المتولد بين لوحين معدنيين مستويين متوازيين مشحونين بشحنتين متساويتين مقداراً ومختلفتين في النوع فتكون خطوط هذا المجال متوازية مع بعضها وتبعد عن بعضها بابعاد متساوية وتكون عمودية على اللوحين، (أي هو المجال الثابت المقدار والاتجاه بجميع نقاطه)، لاحظ الشكل (27).



الشكل (27)

مثال

شحنة كهربائية نقطية موجبة مقدارها $(+2\times10^{-9}\,C)$، وضعت عند نقطة في مجال كهربائي فتأثرت بقوة مقدارها $(4\times10^{-6}N)$. ما مقدار المجال الكهربائي في تلك النقطة ؟

الحل: لدينا من معطيات السؤال:

$$F = 4\times10^{-6}N$$

$$q = +2\times10^{-9}C$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$E = \frac{4\times10^{-6}N}{2\times10^{-9}C}$$

$$E = 2\times10^{3}\ \frac{N}{C}$$ مقدار المجال الكهربائي

q F E

$F = q\,E$

أسئلة الفصل الأول

س1	إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- الذرة المتعادلة هي ذرة:

a- لا تحمل مكوناتها أية شحنة.

b- عدد إلكتروناتها يساوي عدد بروتوناتها.

c- عدد إلكتروناتها أكبر من عدد بروتوناتها.

d- عدد إلكتروناتها يساوي عدد نيوتروناتها.

2- يصير الجسم مشحوناً بشحنة موجبة إذا كانت بعض ذراته تمتلك:

a- عدد من الإلكترونات أكبر من عدد البروتونات.

b- عدد من الإلكترونات أقل من عدد البروتونات.

c- عدد من النيوترونات في النواة أكبر من عدد الإلكترونات.

d- عدد من البروتونات في النواة أكبر من عدد النيوترونات.

3- عند فقدان شحنة مقدارها $(1.6\times10^{-9}C)$ من جسم موصل معزول متعادل الشحنة فإن عدد الإلكترونات التي فقدت من هذا الجسم يساوي:

a- 10^{8} الكتروناً

b- 10^{10} الكتروناً

c- 10^{9} الكتروناً

d- 10^{12} الكتروناً

4- شحنتان نقطيتان موجبتان البعد بينهما (10cm) فإذا أستبدلت أحدى الشحنتين بأخرى سالبة وبالمقدار نفسه فأن مقدارالقوة بينهما:

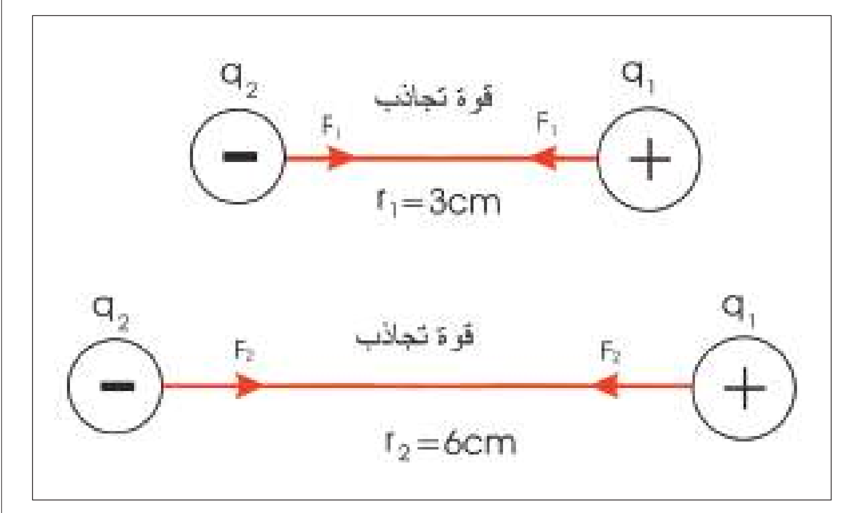
a- صفراً.

b- أقل مما كان عليه.

c- أكبر مما كان عليه.

d- لايتغير.

5- شحنتان نقطيتان (q_1 ، q_2) إحداهما موجبة والأخرى سالبة وعندما كان البعد بينهما (3cm) كانت قوة التجاذب بينهما (F_1). فإذا أبعدت الشحنتين عن بعضهما حتى صار البعد بينهما (6cm) عندها القوة بينهما (F_2). تساوي:



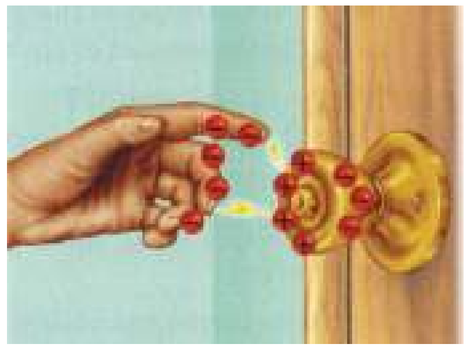
a- $F_2 = \frac{1}{2} F_1$

b- $F_2 = 2 F_1$

c- $F_2 = 4 F_1$

d- $F_2 = \frac{1}{4} F_1$

6- بعد سيرك على سجادة من الصوف ولامست جسماً معدنياً (مثل مقبض الباب)، فانك غالباً ما تصاب بصعقة كهربائية خفيفة، نتيجة للتفريغ الكهربائي بين إصبع يدك والجسم المعدني وسبب ذلك إن الشحنات الكهربائيه قد:



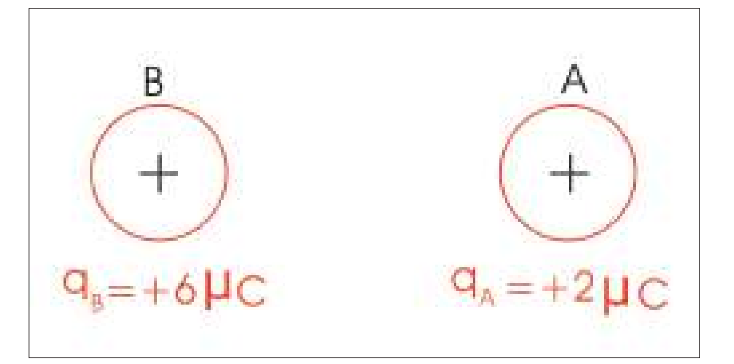

a- ولدها جسمك.

b- ولدتها السجادة.

c- ولدها الجسم المعدني.

d- تولدت نتيجة الاحتكاك بين جسمك والسجادة.

7- الجسم (A) مشحون بشحنة$(+2\mu C)$ والجسم (B) شحنته $(+6\mu C)$ فأن القوة الكهربائية المتبادلة بين الجسمين (A و B) هي:



a- $3F_{AB} = -F_{BA}$

b- $F_{AB} = +F_{BA}$

c- $F_{AB} = -F_{BA}$

d- $F_{AB} = -3F_{BA}$

8- عند تقريب جسم مشحون بشحنة موجبة من قرص كشاف كهربائي ذي الورقتين مشحون بشحنة موجبة أيضاً فان ذلك يؤدي الى:

a- ازدياد مقدار انفراج ورقتي الكشاف.

b- نقصان مقدار انفراج ورقتي الكشاف.

c- إنطباق ورقتي الكشاف.

d- لايتاثر مقدار إنفراج ورقتي الكشاف.

9- عند تقريب جسم مشحون بشحنة سالبة من قرص كشاف كهربائي متصل بالأرض:

a. تنفرج ورقتا الكشاف نتيجة ظهور شحنة سالبة عليهما.

b. تنفرج ورقتا الكشاف نتيجة ظهور شحنة موجبة عليهما.

c. تبقى ورقتا الكشاف على انطباقهما على الرغم من ظهور شحنة موجبة على قرصه.

d. تبقى ورقتا الكشاف على انطباقهما على الرغم من ظهور شحنة سالبة على قرصه.

س2	علل ما يأتي:

1- تجهز سيارات نقل الوقود بسلاسل معدنية في مؤخرتها تلامس الارض.

2- تتعادل شحنة الجسم المشحون بالشحنة الموجبة أو السالبة عند إيصاله بالارض.

3- يزداد انفراج ورقتي الكشاف الكهربائي المشحون بالشحنة السالبة عند تقريب جسم مشحون بشحنة سالبة من قرصه.

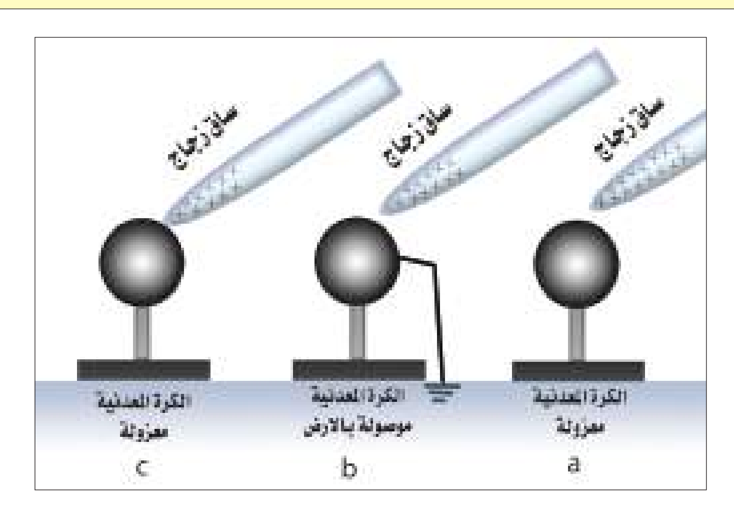
س3	وضح كيفية شحن كشاف كهربائي بشحنة موجبة بإستعمال:

a- ساق من الزجاج مشحونة بشحنة موجبة.

b- ساق من المطاط مشحونة بشحنة سالبة.

س4	عدد طرائق شحن الأجسام بالكهربائية الساكنة

س5	أستعملت ساق من الزجاج مدلوكة بالحرير (شحنتها موجبة) وكرة معدنية معزولة متعادلة. لاحظ الإشكال الثلاثة التالية (a -b-c):



1- هل تنتقل شحنات كهربائية في الحالات الثلاث (a-b-c) ؟ وضح طريقة إنتقال الشحنات إن حصلت.

2- حدد نوع الشحنات الكهربائية التي ستظهر على الكرة المعدنية في كل حالة.

3- ماذا يحصل لمقدار الشحنة الموجبة على ساق الزجاج في كل من الحالات الثلاث؟

أراد أحد الطلبة أن يشحن كشافاً كهربائياً متعادلاً بطريقة الحث فقرب من قرصه ساق من الزجاج مشحونة بشحنة موجبة ولمس قرص الكشاف بأصبع يده مع وجود الساق قريبة من قرصه. ثم أبعد الساق عن قرص الكشاف وأخيراً رفع إصبع يده عن قرص الكشاف. بعد كل هذه الخطوات وجد الطالب انطباق ورقتي الكشاف(أي حصل على كشاف غير مشحون). ما تفسير ذلك؟	س6

اكتب نوع الشحنة في الاشكال التالية:	س7

؟

؟

؟ ؟

؟ ؟

المسائل

س1	شحنتان كهربائيتان نقطيتان متماثلتان قوة التنافر بينهما تساوي $(9\times10^{-7}N)$ عندما كان البعد بينهما $(10cm)$. إحسب مقدار شحنة كل منهما ؟
	ج: $1\times10^{-9}C$

س2	شحنتان كهربائيتان نقطيتان موجبتان متماثلتان مقدار كل منهما $(3\times10^{-9}C)$ والبعد بينهما $(5cm)$.أحسب مقدار قوة التنافر بينهما.
	ج: $3.24\times10^{-5}N$ مقدار قوة التنافر بين الشحنتين

س3	شحنة كهربائية مقدارها $+3\mu C$ وضعت عند نقطة P في مجال كهربائي وكان مقدار المجال الكهربائي $4\times10^{6}\ \frac{N}{C}$ ، احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة فيها.
	ج: $12N$ مقدار القوة الكهربائية

* يرجى من المدرس توضيح طريقة ضرب وقسمة الاسس للطلبة قبل حل مسائل الفصل،
أنظر صفحة (4).



الفصل الثاني 2

المغناطيسية Magnetism

مفردات الفصل





2–1 مفهوم المغناطيسية.

2–2 المواد المغناطيسية.

2–3 المجال المغناطيسي.

2–4 تمغنط المواد.

2–4 – a طريقة التمغنط بالدلك.

2–4 – b طريقة التمغنط بالحث.

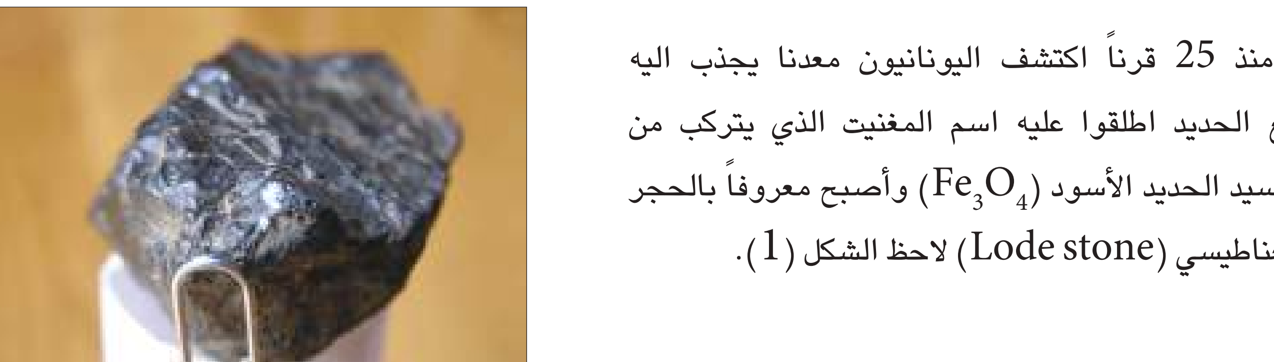
الأهداف السلوكية

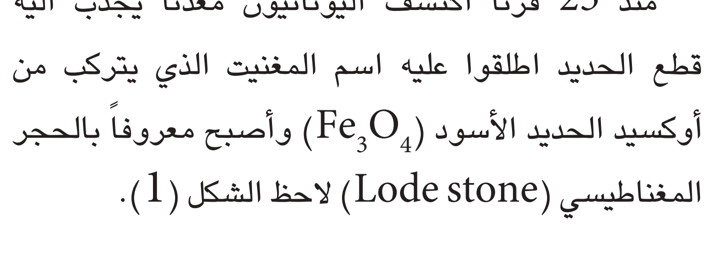
بعد دراسة هذا الفصل ينبغي ان يكون الطالب قادراً على أن :

- يوضح الفرق بين الخواص المغناطيسية للمواد (الدايا المغناطيسية ، البارامغناطيسية ، الفيرومغناطيسية).
- يصف شكل خطوط المجال المغناطيسي.
- يستنتج أن المجال المغناطيسي يمكنه النفاذ خلال مواد مختلفة.
- يقارن بين المغناطيس المتولد من طريقة التمغنط بالدلك وطريقة التمغنط بالحث (التأثير).

المصطلحات العلمية	
المغناطيس	Magnet
المجال المغناطيسي	Magnetic field
المواد المغناطيسية	Magnetic materials
الحث المغناطيسي	Magnetic induction
ساق مغناطيسية	Magnetic bar
الحجر المغناطيسي	Lode stone
البوصلة المغناطيسية	Magnetic Compass
إبرة البوصلة	Compass Needle

1-2 مفهوم المغناطيسية





منذ 25 قرناً اكتشف اليونانيون معدنا يجذب اليه قطع الحديد اطلقوا عليه اسم المغنيت الذي يتركب من أوكسيد الحديد الأسود (Fe_3O_4) وأصبح معروفاً بالحجر المغناطيسي (Lode stone) لاحظ الشكل (1).

الشكل (1) الحجر المغناطيسي



الشكل (2) المغانط الصناعية

توجد انواع مختلفة من المغانط الصناعية منها بشكل ساق مغناطيسية ومنها مغناطيس بشكل حرف U. لاحظ الشكل (2).



الشكل (3)

تلعب المغناطيسية دوراً مهماً في حياتنا اليومية، وفي الصناعة، والمغانط الكهربائية الضخمة تستعمل لرفع قطع الفولاذ أو حديد الخردة (السكراب) لاحظ الشكل (3).



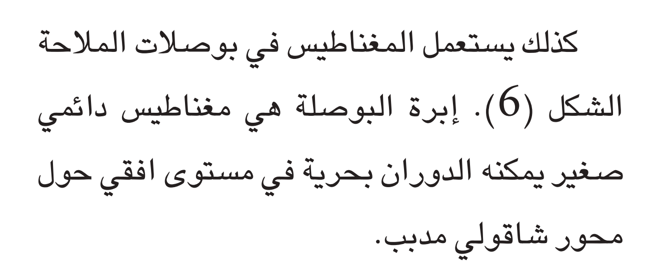
الشكل (4)

كما يستعمل في مولدات الصوت (السماعة) الشكل (4). والمولدات والمحركات الكهربائية والتلفاز وأجهزة التسجيل الصوتية.

ويستعمل أيضاً في الحروف المطبعية للآلة الكاتبة الشكل (5).



الشكل (5)



كذلك يستعمل المغناطيس في بوصلات الملاحة الشكل (6). إبرة البوصلة هي مغناطيس دائمي صغير يمكنه الدوران بحرية في مستوى افقي حول محور شاقولي مدبب.



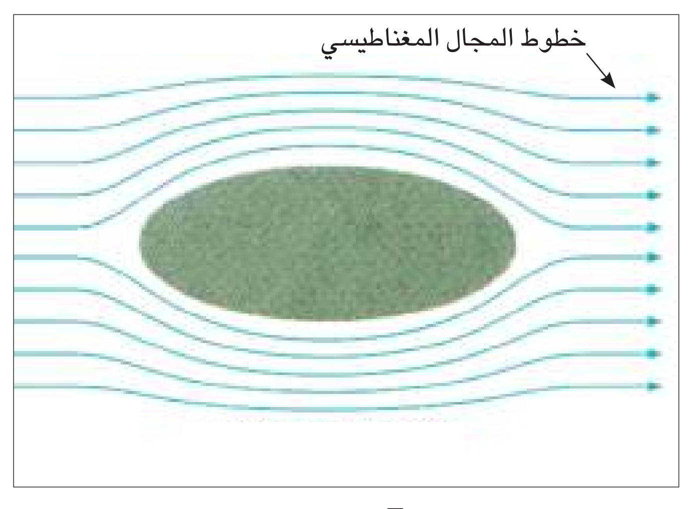
الشكل (6)

2-2 المواد المغناطيسية

تصنف المواد المختلفة وفقاً لخواصها المغناطيسية إلى ثلاثة انواع:

1- الدايا مغناطيسية:

هي المواد التي تتنافر مع المغناطيس القوي تنافراَ ضعيفاً (مثل البزموث ، الإنتيمون، النحاس، السيليكون ، الفضة ... وغيرها) الشكل (7-a).



الشكل (7-a) مواد دايامغناطيسية

2- البارا مغناطيسية:

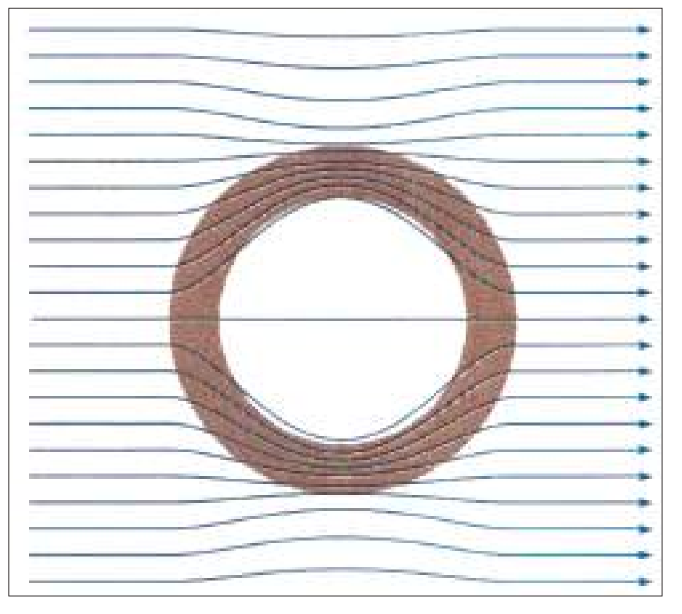
هي المواد التي تنجذب بالمغناطيس القوي تجاذباً ضعيفاً (مثل المنيوم، كالسيوم، صوديوم، تيتانيوم... وغيرها) الشكل (7-b).



الشكل (7-b) مواد بارامغناطيسية

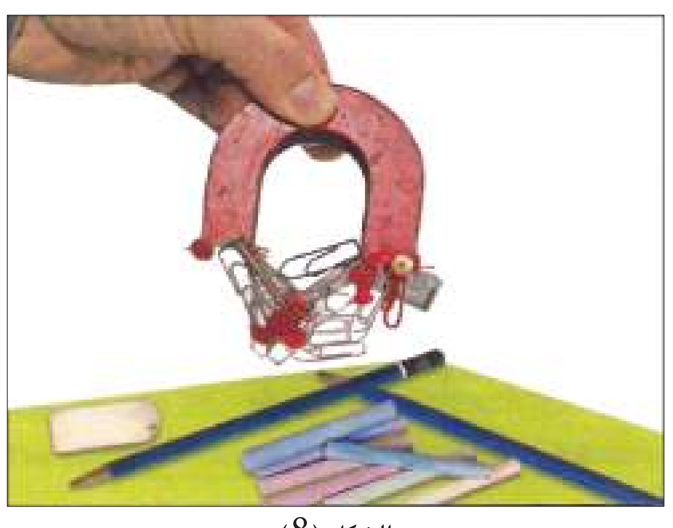
3- الفيرومغناطيسية:

هي المواد التي تنجذب بالمغناطيس الإعتيادي، فهي تمتلك قابلية تمغنط عالية. (مثل الحديد ، الفولاذ، النيكل ، الكوبلت... وغيرها) الشكل (7-c).



الشكل (7-c) مواد فيرومغناطيسية

من الشكل (8) نلاحظ بعضاً من المواد المصنوعة من الفيرومغناطيسية تنجذب بقوة نحو المغناطيس (مثل ماسكات الأوراق والدبابيس والإبر... وغيرها). بينما قلم الرصاص وقطع الطباشير والممحاة لا تتأثر بالمغناطيس.



الشكل (8)

الأقطاب المغناطيسية:

المغناطيس يحتوي قطبين مغناطيسيين، أحدهما يسمى بالقطب المغناطيسي الشمالي (أو القطب الباحث عن الشمال) والآخر يسمى بالقطب المغناطيسي الجنوبي (القطب الباحث عن الجنوب).

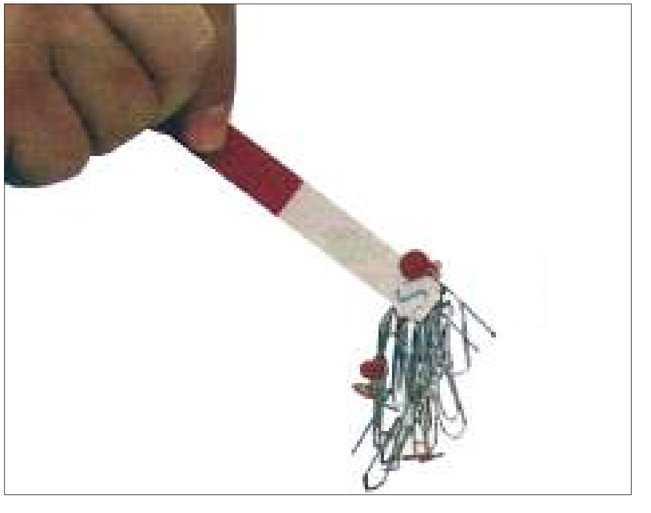
وتعرف الأقطاب المغناطيسية: بانها مناطق في المغناطيس يكون عندها مقدار القوة المغناطيسية بأعظم مايمكن لاحظ الشكل (9-a ، b ، c).



الشكل (9-a) يوضح تجمع برادة الحديد بتركيز عالي عند القطبين المغناطيسيين لساق مغناطيسية مستقيمة.



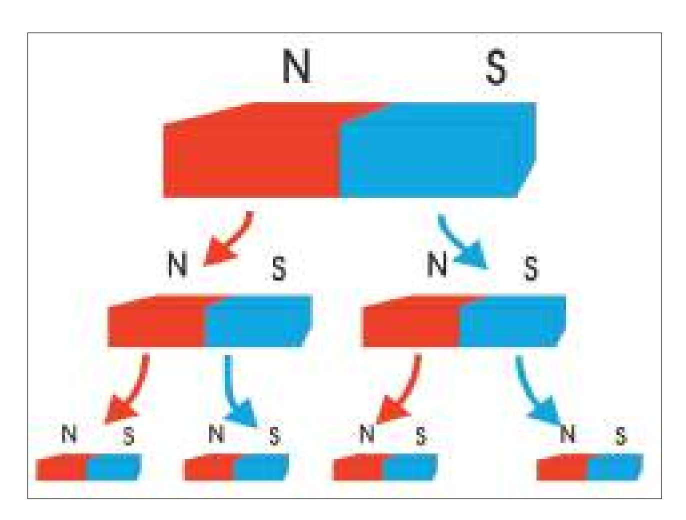
الشكل (9-c) تجمع برادة الحديد بتركيز عالي عند القطبين المغناطيسيين لمغناطيس بشكل حرف U.



الشكل (9-b) مغناطيس بشكل ساق مستقيمة.

الأقطاب المغناطيسية، لاتوجد بشكل منفرد، بل توجد بشكل أزواج متساوية بالمقدار ومختلفة في النوع (أحدهما قطب شمالي والآخر قطب جنوبي).

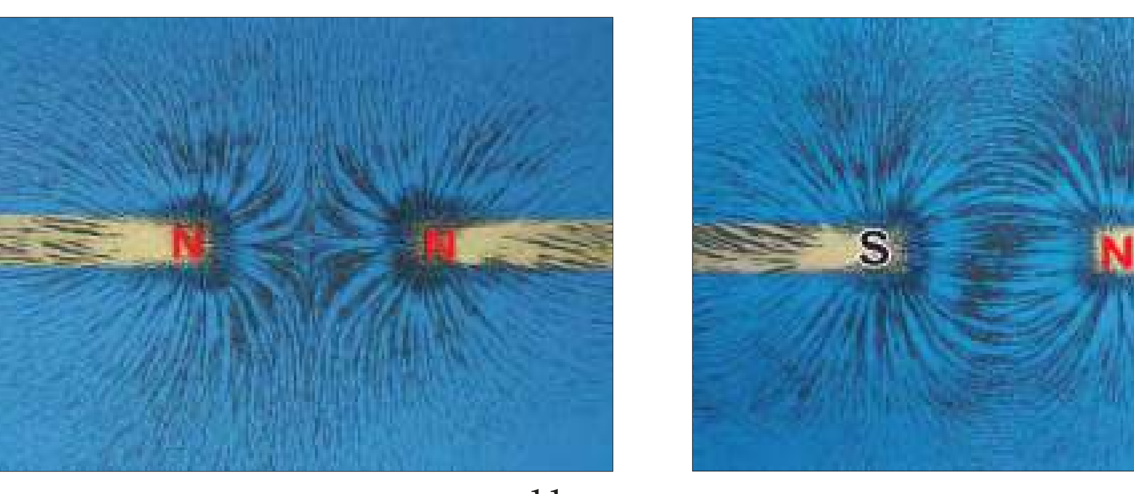
فاذا قُطّع المغناطيس إلى عدة قطع كبيرة أو صغيرة ومهما كان عددها، نجد أن كل قطعة تمتلك قطبين مغناطيسيين هما (قطب شمالي وقطب جنوبي) الشكل (10).



الشكل (10) على الرغم من تقطيع المغناطيس إلى عدة قطع فان كل قطعة هي مغناطيس، تمتلك قطبين أحدهما شمالي والآخر جنوبي.

القوى بين الأقطاب المغناطيسية:

المغانط تؤثر في بعضها البعض بقوة تشبه تلك القوى المؤثرة بين الشحنات الكهربائية. فكما عرفت (من دراستك للفصل الاول)، أنَ الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر مع بعضها والشحنات المختلفة تتجاذب مع بعضها، وكذلك فإن الاقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر مع بعضها والا قطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب مع بعضها. الشكل (11-a) و (11-b).



(11-b) الا قطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب مع بعضها.

(11-a) الاقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر عن بعضها.

نشاط (1)	قوى التجاذب والتنافر بين الأقطاب المغناطيسية

أدوات النشاط: ساقان مغناطيسيان ، خيط ، كلاب ، حامل (من مادة لاتتأثر بالمغناطيس).

الخطوات:

- نعلق الساق المغناطيسية من مركز ثقلها (من منتصفها) بوساطة الخيط والكلاب والحامل ونتركها حرة في وضع أفقي. نلاحظ أن الساق المغناطيسية تتخذ وضعاً أفقياً بموازاة خط (الشمال – الجنوب) الجغرافي تقريباً. الشكل (12).
- نمسك بيدنا ساقاً مغناطيسية أخرى ونجعل قطبها الشمالي (N) بارزا من اليد.
- نقرب القطب الشمالي للساق المغناطيسية الممسوكة باليد من القطب الشمالي للساق المغناطيسية المعلقة الشكل (13-a).

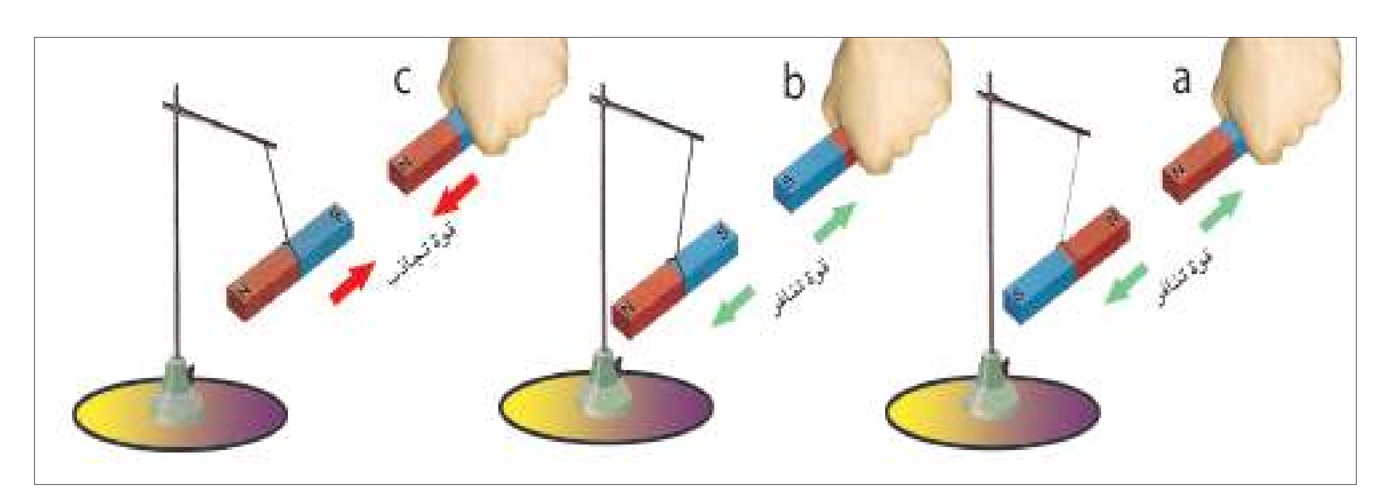
ماذا نلاحظ ؟



الشكل (12)

- نجد أن القطب الشمالي للمغناطيس الطليق يبتعد عن القطب الشمالي للمغناطيس الممسوك باليد وهذا ناتج عن تنافرهما.

- نعكس قطبية الساق الممسوكة باليد (نجعل قطبها الجنوبي (S) هو القطب البارز من اليد في هذه المرة) ثم نقربه من القطب الجنوبي للساق المغناطيسية المعلقة الشكل (13-b). ماذا نلاحظ؟



الشكل (13)

- نجد أن القطب الجنوبي للمغناطيس الطليق يبتعد عن القطب الجنوبي للمغناطيس الممسوك باليد، وهذا ناتج كذلك عن قوة التنافر بينهما.

- نكرر العملية السابقة ونقرب القطب الشمالي للساق المغناطيسية الممسوكة باليد من القطب الجنوبي للساق المعلقة الشكل (13-c). ماذا نلاحظ؟

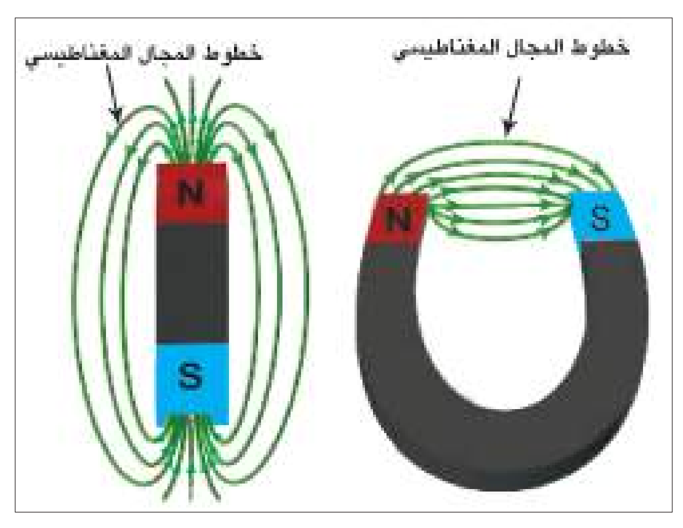
- نجد أن القطبين ينجذبان من بعضهما في هذه الحالة ، وهذا ناتج عن تاثرهما بقوة تجاذب.

نستنتج من النشاط:

الاقطاب المغناطيسية المتشابهة تتنافر مع بعضها، بينما الا قطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب مع بعضها.

3-2 المجال المغناطيسي

المجال المغناطيسي في منطقة ما، هو الحيز الذي يحيط بالمغناطيس والذي يظهر فيه تأثير القوى المغناطيسية. لاحظ الشكل (14).

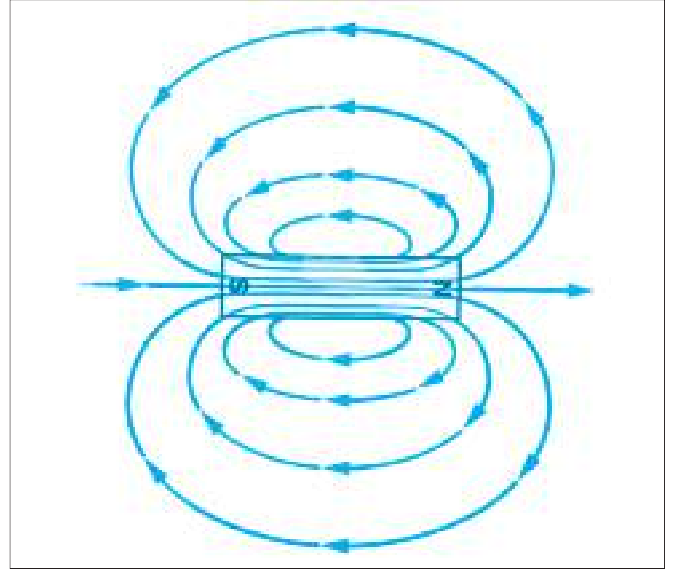


الشكل (14)

تمثيل المجال المغناطيسي:

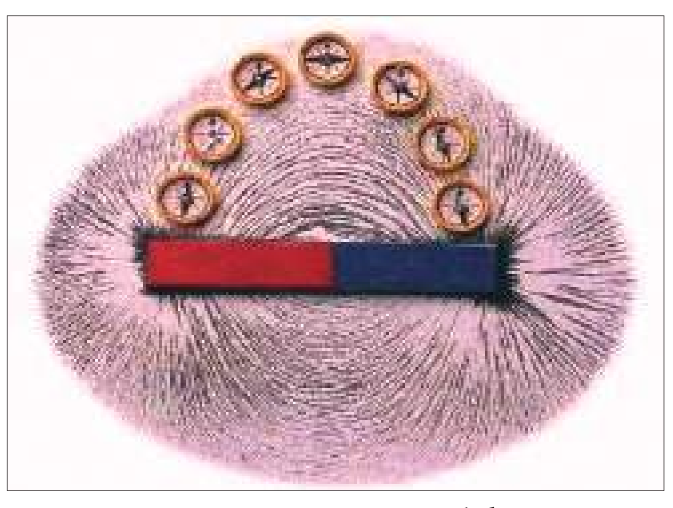
يمثل المجال المغناطيسي بالرسم بخطوط تمتاز بكونها:

خطوط مقفلة غير مرئية تتجه من القطب الشمالي نحو القطب الجنوبي خارج المغناطيس ومكملة دورتها داخله. لاحظ الشكل (15).



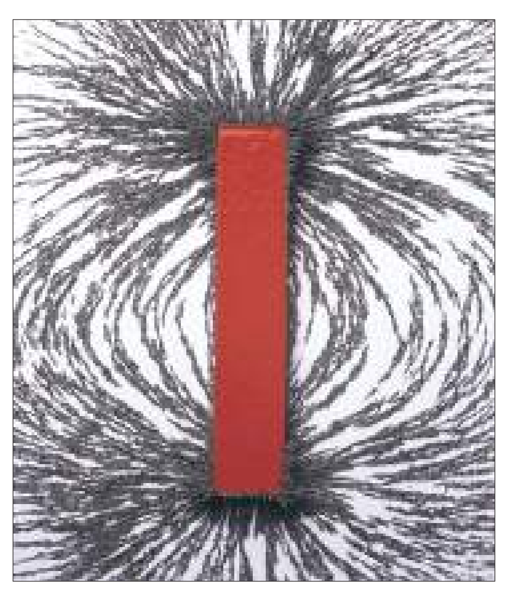
الشكل (15)

ترسم خطوط المجال المغناطيسي حول مغناطيس باستعمال البوصلة المغناطيسية أو مجموعة بوصلات مغناطيسية صغيرة وكذلك يمكن الكشف عنها باستعمال برادة الحديد. لاحظ الشكل (16).



الشكل (16) رسم خطوط المجال المغناطيسي

نشاط — الكشف عن خطوط المجال المغناطيسي باستعمال برادة الحديد



الشكل (17) خطوط المجال المغناطيسي كما تبينه برادة الحديد حول ساق مغناطيسية.

ادوات النشاط:

ساق مغناطيسية ، لوح من الزجاج ، برادة الحديد.

الخطوات:

- نضع لوح الزجاج على الساق المغناطيسية وبمستوي افقي.
- ننثر برادة الحديد على لوح الزجاج وننقر اللوح بلطف. ماذا نلاحظ ؟

نلاحظ أن برادة الحديد قد ترتبت بشكل خطوط وهذه الخطوط تمثل خطوط المجال المغناطيسي حول الساق المغناطيسية الشكل (17).

سؤال

هل المجال المغناطيسي يمكنه النفاذ خلال جسم الإنسان أو خلال بعض المواد الاخرى ؟ الإجابة عن هذا السؤال تتوضح في إجراء النشاطين الأتيين:

نشاط (1) — المجال المغناطيسي يمكنه النفاذ خلال جسم الإنسان



الشكل (18) المجال المغناطيسي يمكنه النفاذ من خلال جسم الإنسان.

أدوات النشاط: مجموعة من مثبتات الورق مصنوعة من الفولاذ (مواد فيرومغناطيسية)، مغناطيس قوي.

الخطوات:

- نضع الساق المغناطيسية على كف يدنا.
- نضع راحة يدنا على مجموعة من مثبتات الورق.
- نرفع كف يدنا إلى الأعلى. ماذا نلاحظ ؟

نجد أن مجموعة كبيرة منها قد انجذبت إلى راحة كف يدنا الشكل (18). ما تفسير ذلك ؟

الجواب هو: أن المجال المغناطيسي يمكنه النفاذ خلال جسم الإنسان.

نشاط (2) المجال المغناطيسي يمكنه النفاذ من خلال مواد مختلفة

أدوات النشاط:

ساق مغناطيسية ، قطعة من ورق المقوى الكارتون أو قطعة من الخشب أو الزجاج، مجموعة من مسامير الحديد ، اسطوانة من الزجاج ، ماء.

الخطوات/ الجزء (a):

- نمسك الساق المغناطيسية بوضع شاقولي باليد،
- نضع بعض مسامير الحديد بلطف على قطعة ورق المقوى.
- نمسك قطعة ورقة المقوى باليد الاخرى ونضعها فوق القطب العلوي للمغناطيس.
- نحرك الساق المغناطيسية تحت الورقة بمسار دائري أو بخط مستقيم. ماذا نلاحظ ؟

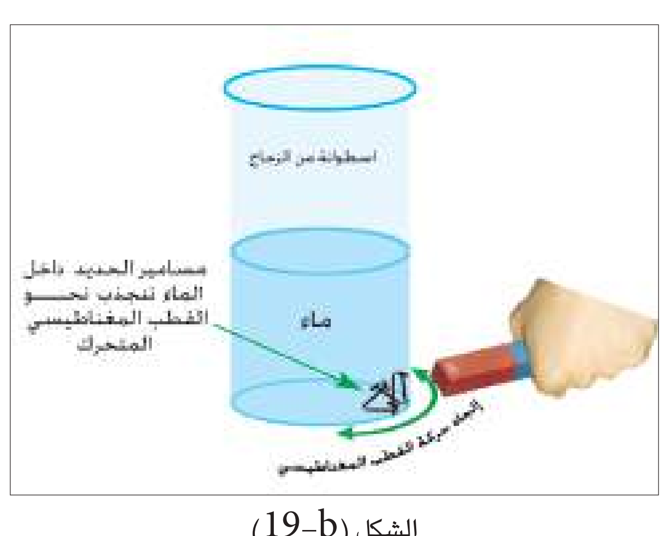
تجد أن مجموعة المسامير تنجذب نحو القطب المغناطيسي للساق وتتحرك متبعة المسار نفسه لحركة القطب المغناطيسي، لاحظ الشكل (19-a).

الشكل (19-a)

الجزء (b) :

- نضع مجموعة مسامير الحديد داخل الإسطوانة الزجاجية، ثم نصب كمية مناسبة من الماء في الإسطوانة. الشكل (19-b)
- نقرب أحد قطبي الساق المغناطيسية من جدار الإسطوانة. ماذا نلاحظ ؟ تجد ان المسامير تنجذب نحو قطب المغناطيس القريب منها.
- نحرك القطب المغناطيسي للساق حول الإسطوانة.

تجد أن المسامير تتحرك متبعة المسار نفسه لحركة القطب المغناطيسي.



الشكل (19-b)

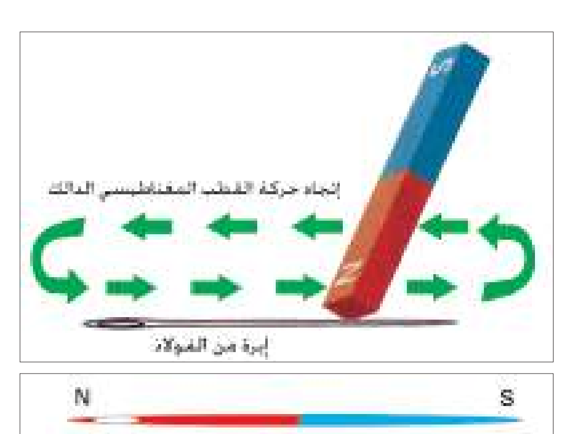
نستنتج من هذا النشاط ان المجال المغناطيسي يمكنه النفاذ خلال مواد مختلفة (مثل ورق المقوى السميك والزجاج والماء).

يمكن أن نحصل على المغانط الدائمية والمغانط المؤقتة بطريقتين:

a- طريقة التمغنط بالدلك:

يتم مغنطة قطعة فولاذ (مثلاً ابرة الخياطة) وذلك بدلكها بأحد قطبي مغناطيس، ويجب تحريك القطب المغناطيسي للساق المغناطيسية فوق إبرة الفولاذ باتجاه واحد فقط وبحركة بطيئة وتكرر بمرات عدة.

بعد الإنتهاء من العملية تصير إبرة الفولاذ مغناطيساً، وأن القطب المغناطيسي المتولد في نهاية جهة الدلك لإبرة الفولاذ يكون دائما بنوعية مخالفة للقطب المغناطيسي الدالك الشكل (20).



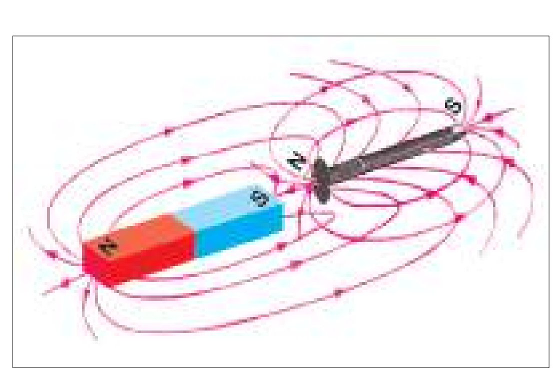
الشكل (20) التمغنط بالدلك

b – طريقة التمغنط بالحث:

أولاً: التمغنط بالتقريب:

عند وضع مادة فيرومغناطيسية غير ممغنطة (مثل مسمار من الحديد) داخل مجال مغناطيسي قوي (أو بالقرب من مغناطيس قوي من غير حدوث تماس بين مسمار الحديد والمغناطيس) الشكل (21).

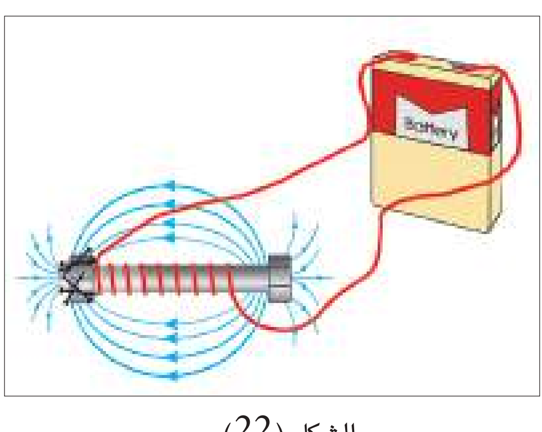
فان مسمار الحديد غير الممغنط سيكتسب المغناطيسية بالحث (أي بالتأثير) ويتولد على طرفي مسمار الحديد قطبان مغناطيسيان أحدهما قطب شمالي والآخر قطب جنوبي، علما بان طرف مسمار الحديد القريب من المغناطيس المؤثر يكون قطباً مخالفاً في النوع للقطب المغناطيسي المؤثر . وفي الطرف البعيد للمسمار يتولد قطباً مغناطيسياً مشابهاً له.



الشكل (21) الحث المغناطيسي

ثانياً: التمغنط بالتيار الكهربائي المستمر:

الطريقة المفضلة لمغنطة قطعة من مواد فيرومغناطيسية مثل (الفولاذ) يتم ذلك بوضعها داخل ملف مجوف (الملف عبارة عن سلك موصل معزول ملفوف بشكل لولبي) أو لف السلك الموصل المعزول مباشرة حول مسمار أو برغي من الفولاذ الشكل (22)



الشكل (22)

ويوصل طرفا السلك بقطبي بطارية (تكون فولطيتها مناسبة). نحصل على مغناطيس يسمى بالمغناطيس الكهربائي.

ومقدار قوة المغناطيس الكهربائي يعتمد على:

1- مقدار التيار المستمر المنساب في الدائرة الكهربائية.

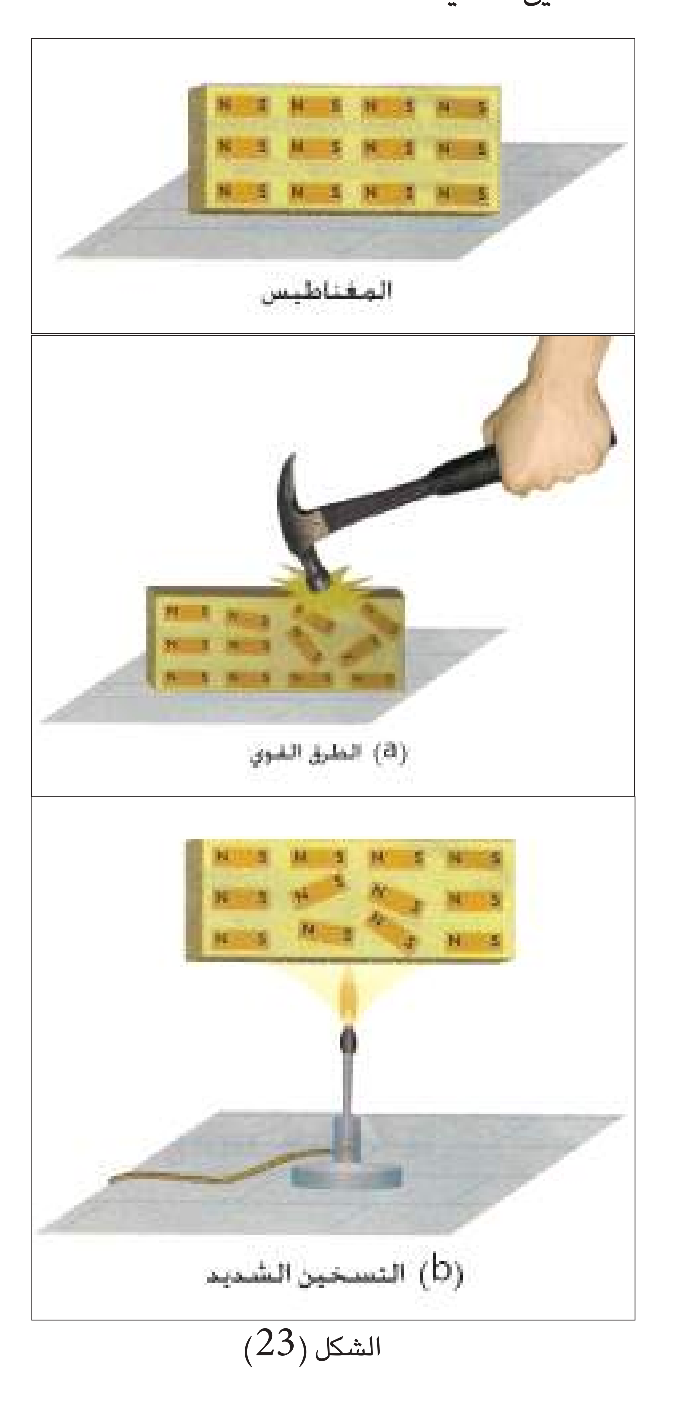
2- عدد لفات السلك حول قطعة الفولاذ (عدد لفات الملف).

3- نوع المادة المراد مغنطتها.

يفقد المغناطيس مغناطيسيته بطرائق عدة منها لاحظ الشكل (23):

a- الطرق القوي.

b- التسخين الشديد.



الشكل (23)

هل تعلم

الحافظة المغناطيسية هي مادة فيرومغناطيسية تستعمل لحماية الاجهزة من التأثيرات المغناطيسية الخارجية (كالساعات) ولحفظ المغانط الدائمة من زوال مغناطيسيتها بمرور الوقت.



أسئلة الفصل الثاني

س1	إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- تستعمل البوصلة المغناطيسية لرسم خطوط المجال المغناطيسي حول مغناطيس معين، وذلك لأن إبرة البوصلة هي:

a- مغناطيس دائمي صغير يمكنه الدوران بحرية في مستوى أفقي حول محور شاقولي مدبب.

b- مغناطيس كهربائي يفقد مغناطيسيته بعد فترة زمنية من أنقطاع التيار الكهربائي عنه.

c- مصنوعة من النحاس.

d- مغناطيس دائمي صغير وبشكل حرف U.

2- المغانط الدائمية تصنع من مادة:

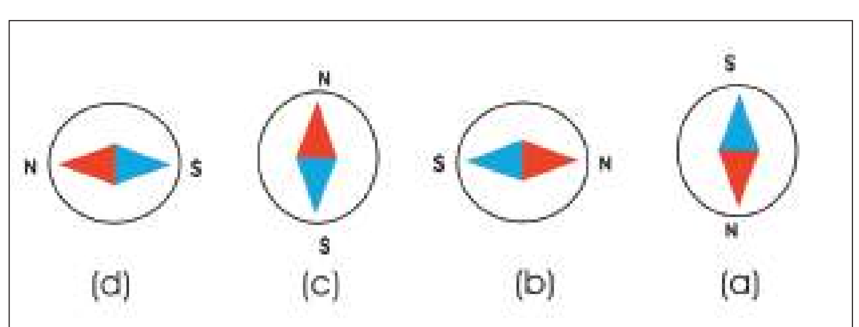
a. النحاس.

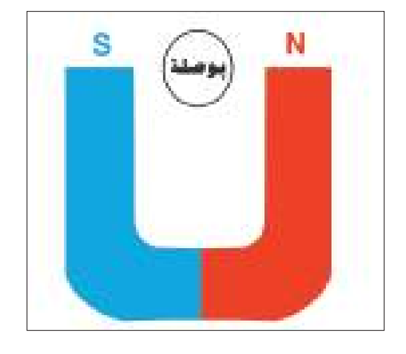
b. الألمنيوم.

c. الحديد المطاوع.

d. الفولاذ.

3- وضعت بوصلة مغناطيسية صغيرة بين قطبي مغناطيس دائمي بشكل حرف U كما في الشكل ادناه اي من الاتجاهات التالية هو: الاتجاه الصحيح الذي تصطف به إبرة البوصلة داخل المجال المغناطيسي.





4- تصنف المواد المختلفة وفقاً لخواصها المغناطيسية الى:

a- الدايا مغناطيسية.

b- البارا مغناطيسية.

c- الفيرو مغناطيسية.

d- الدايا مغناطيسية والبارا مغناطيسية والفيرو مغناطيسية.

5- يمثل المجال المغناطيسي بالرسم بخطوط تمتاز بانها:

a- غير مقفلة.

b- تتجه من القطب الشمالي نحو القطب الجنوبي خارج المغناطيس.

c- تتقاطع فيما بينها.

d- مرئية.

6 - عند تقطيع ساق مغناطيسية إلى قطع صغيرة.

a- نحصل على قطع صغيرة غير ممغنطة.

b- تمتلك كل قطعة منها قطب مغناطيسي واحد أما قطب شمالي أو قطب جنوبي.

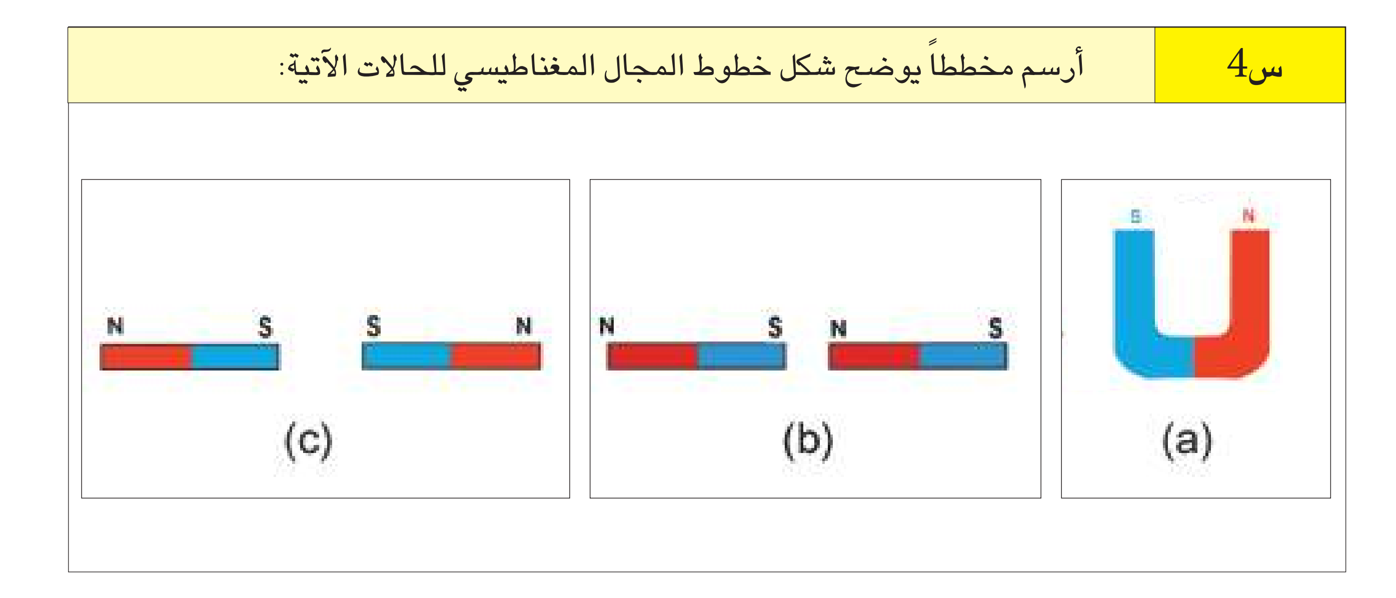
c- تمتلك كل قطعة منها أربعة أقطاب مغناطيسية قطبان شماليان وقطبان جنوبيان.

d- تمتلك كل قطعة منها قطبين مغناطيسيين أحدهما شمالي والآخر جنوبي.

س2	علل / في كثير من الأحيان تكون المغانط ملائمة للاستعمال في أبواب خزانات الملابس والثلاجة الكهربائية؟

س3	لو أعطي لك ثلاث سيقان معدنية متشابهة تماماً أحداهما ألمنيوم والآخرى حديد والثالثة مغناطيس دائمي، وضح كيف يمكنك أن تميز الواحدة منها عن الآخريات.

س4	أرسم مخططاً يوضح شكل خطوط المجال المغناطيسي للحالات الآتية:



س5	أشرح نشاطاً يمكنك فيه مشاهدة خطوط المجال المغناطيسي بإستعمال برادة الحديد لساق مغناطيسية مستقيمة.



الفصل الثالث 3

التيار الكهربائي Electric current



مفردات الفصل

الأهداف السلوكية

بعد دراسة هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على ان :

- يميز بين التيار الالكتروني والتيار الاصطلاحي.
- يوضح الفرق بين طريقة ربط الاميتر والفولطميتر في دائرة كهربائية فيها حمل.
- يشرح ما المقصود بالمقاومة الكهربائية.
- يعبر عن قانون أوم بصيغة رمزية رياضية.
- يعدد العوامل التي تتوقف عليها مقدار مقاومة موصل.
- يستنتج الطريقة المفضلة لربط الاجهزة الكهربائية في المنزل.
- يصمم دائرة كهربائية فيها أكثر من خلية كهربائية مربوطة بحيث تجهز الدائرة بتيار اكبر.

المصطلحات العلمية

Electric charge	شحنة كهربائية
Electric current	التيار الكهربائي
Conventional current	التيار الاصطلاحي
Ampere	أمبير
Electronic current	التيار الالكتروني
Potential difference	فرق الجهد
Resistance	مقاومة
Resistances in parallel	المقاومات على التوازي
Resistances in series	المقاومات على التوالي
Ohm's law	قانون اوم
Electric energy	الطاقة الكهربائية
Electric circuits	الدوائر الكهربائية
Electric lamp	مصباح كهربائي
Volt	فولط
Conductors	الموصلات
Insulators	العوازل

3-1 حركة الشحنات الكهربائية

إقتصرت دراستنا للظواهر الكهربائية في الفصل الاول من هذا الكتاب على مفهوم الشحنات الكهربائية الساكنة. وسنتطرق في هذا الفصل لمفهوم الشحنات الكهربائية المتحركة خلال الموصلات لدراسة التيار الكهربائي.

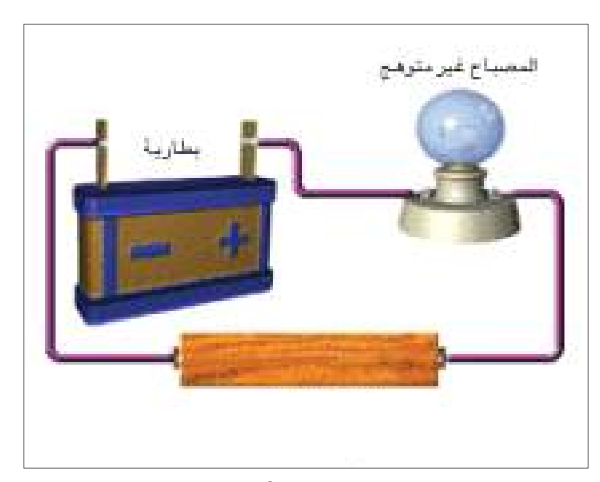


الشكل (1) أجهزة كهربائية

فالشحنات الكهربائية الساكنة لاتنجز شغلاً، ولكنها تنجز شغلا اذا تحركت خلال أسلاك التوصيل التي تربط أي جهاز كهربائي بمصدر للطاقة الكهربائية المناسبة له، فتعمل على تشغيل ذلك الجهاز، فالتيار الكهربائي يعبر عنه كوسيلة لنقل الطاقة الكهربائية من مصادر توليدها (المولدات الكهربائية، البطاريات ، الخلايا الشمسية) إلى الأجهزة الكهربائية التي تستثمر هذه الطاقة، إذ يتوهج المصباح الكهربائي عند إنسياب التيار الكهربائي فيه. ويشتغل جهاز الغسالة الكهربائية والفرن الكهربائي ومحمصة الصمون والغلاية وغيرها من الاجهزة الكهربائية عندما ينساب فيها التيار الكهربائي المناسب لها لاحظ الشكل (1).

3-2 التيار الكهربائي

من المعروف ان الكترونات المدارات الخارجية (الكترونات التكافؤ) في المواد الموصلة (conductors) تكون ضعيفة الارتباط بنواتها، فإذا تعرضت هذه الالكترونات الى مجال كهربائي خارجي فأنها ستتحرك بين ذرات الموصل بإتجاه معاكس لإتجاه المجال الكهربائي المؤثر (E) لان الالكترونات سالبة الشحنة.



الشكل (2)
قطعة من الخشب لاتسمح بانسياب التيار

اما العوازل (Insulators) فتكون قوى ارتباط الكتروناتها بنوى ذراتها كبيرة جداً فلا تتحرك الكتروناتها بتأثير مجال كهربائي خارجي. لذا فإن المادة العازلة لا تسمح بإنسياب التيار الكهربائي خلالها (كالخشب الجاف ، البلاستيك، الزجاج ، المطاط... وغيرها). لاحظ الشكل (2).

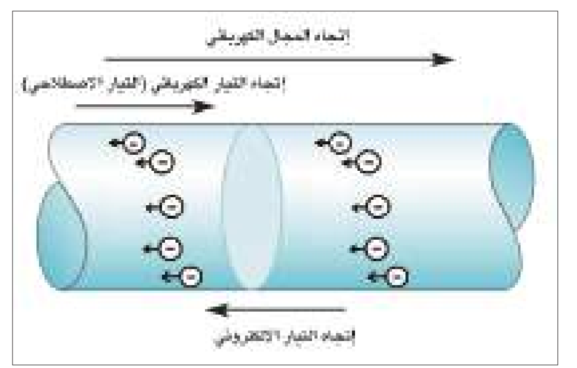
وعند ربط طرفي الحمل (مثل مصباح كهربائي) بوساطة أسلاك توصيل بين قطبي بطارية كهربائية فإن إتجاه حركة الالكترونات يكون من القطب السالب للبطارية الى القطب الموجب (خلال اسلاك التوصيل) ويسمى هذا التيار بالتيار الالكتروني. لاحظ الشكل (3).



الشكل (3)

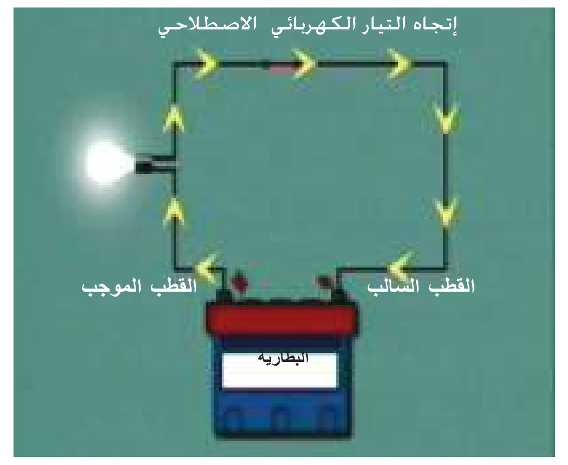
لذا فإن إتجاه التيار الالكتروني يكون معاكسا لإتجاه المجال الكهربائي المؤثر، لاحظ الشكل (4).

لقد أطلق على التيار الكهربائي عبارة التيار الأصطلاحي، الذي يكون اتجاهه مع اتجاه المجال الكهربائي المؤثر (اي يكون اتجاهه من القطب الموجب للبطارية الى قطبها السالب خلال أسلاك التوصيل).



الشكل (4)

ومن الجدير بالذكر ان التيار الاصطلاحي يعتمد في جميع الدوائر الكهربائية في دراستنا لتحديد اتجاه التيار الكهربائي. لاحظ الشكل (5).



الشكل (5)

وقد يكون التيار الكهربائي ناتجاً عن حركة الأيونات الموجبة والأيونات السالبة داخل المحاليل الالكتروليتية.

الا أن التيار الكهربائي خلال أسلاك التوصيل ناتج عن حركة الألكترونات فقط. لاحظ شكل (6).



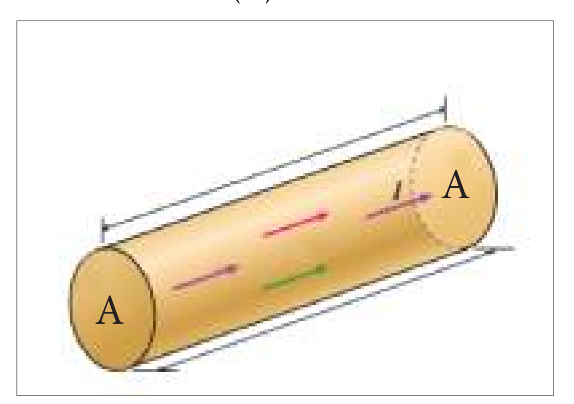
الشكل (6)

وكذلك في عملية تأين الغازات (مثل تأين غاز النيون داخل مصباح الفلورسنت وتحت الضغط الواطئ) ينساب التيار الكهربائي بوساطة حركة الايونات الموجبة والالكترونات في غاز النيون المتأين الموجود داخل هذه الأنابيب، لاحظ شكل (7).


الشكل (7)

لو تصورنا مقطعاً عرضياً لموصل مساحته (A) تعبر منه الشحنات الكهربائية فان:

مقدار الشحنات الكهربائية الكلية التي تعبر هذا المقطع في وحدة الزمن هي مقدار التيار الكهربائي.لاحظ الشكل (8).



الشكل (8)

$$\text{التيار الكهربائي} = \frac{\text{كمية الشحنة}}{\text{الزمن}}$$

ويقاس التيار الكهربائي بوحدات ($\frac{coulomb}{second}$) ويرمز لها ($\frac{C}{s}$) ويطلق عليها أمبير (A) Ampere.

الامبير الواحد

يمثل تدفق كولوم واحد من الشحنات الكهربائية في مقطع موصل خلال ثانية واحدة.

فعندما يقال ان تيار كهربائي مقداره (2A) ينساب في سلك موصل، فهذا يعني أن شحنة كهربائية مقدارها (2C) تعبر مقطعاً من هذا السلك في الثانية الواحدة (s).

$$\text{التيار (بالامبير)} = \frac{\text{الشحنة (بالكولوم)}}{\text{الزمن (بالثانية)}}$$

$$\text{Current (A)} = \frac{\text{Charge (C)}}{\text{Time (s)}}$$

$$I = \frac{q}{t}$$

التيارات صغيرة المقدار تقاس بأجزاء الأمبير :

ملي أمبير $1\ mA = 10^{-3}\ A$

مايكرو أمبير $1\mu A = 10^{-6}\ A$



يمر خلال مقطعاً عرضياً من موصل شحنات كهربائية مقدارها (1.2C) في كل دقيقة، إحسب مقدار التيار المنساب خلال هذا الموصل.

الحل:

$$التيار = \frac{الشحنة}{الزمن}$$

$$I = \frac{q}{t}$$

$$I = \frac{1.2\ C}{60\ s}$$

التيار المنساب خلال الموصل $I = 0.02\ A$



إذا كان مقدار التيار المنساب في موصل يساوي (0.4A) إحسب كمية الشحنة التي تعبر مقطعاً من الموصل خلال :

a – 2s

b – 4 minutes.

الحل :

$$التيار = \frac{الشحنة}{الزمن}$$

$$I = \frac{q}{t}$$

a($q = I \times t$

كمية الشحنة $q = 0.4\ A \times 2\ s = 0.8\ C$

b($q = I \times t$

$q = 0.4\ A \times (4 \times 60)\ s$

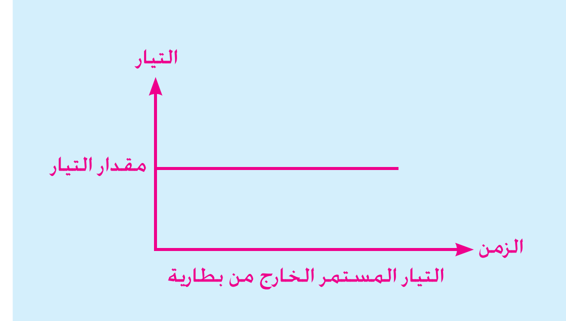
كمية الشحنة $q = 96\ C$

إذا كان التيار الكهربائي المنساب خلال موصل ما ثابتاً في الاتجاه مع مرور الزمن يسمى **بالتيار المستمر** (Direct current) ويرمز له (DC).

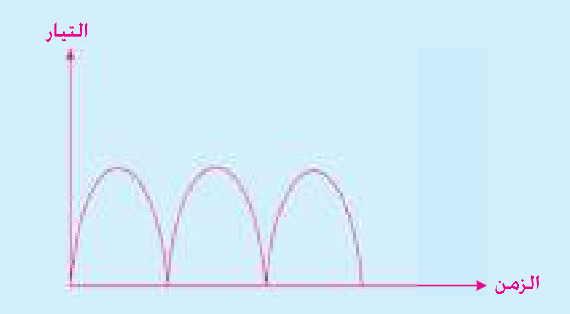
ومصادر التيار المستمر هي مولدات التيار المستمر والأعمدة الكيميائية (البطاريات).

هل تعلم

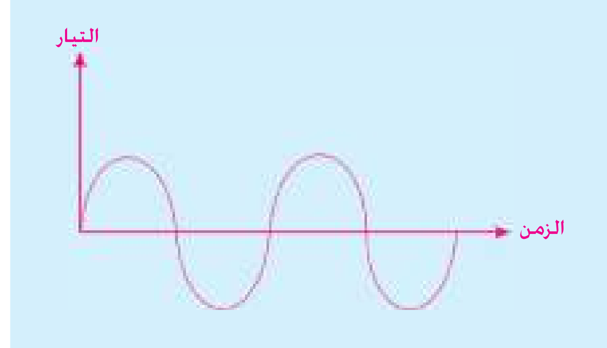
- ان التيار الخارج من البطارية الكهربائية هو تيار مستمر وهو ثابت المقدار والاتجاه (يعد مثالياً).



- ان التيار الخارج من المولد الكهربائي البسيط هو تيار مستمر وهو ثابت الاتجاه ومتغير المقدار (يعد غير مثالياً).



- إذا كان التيار متغير المقدار والاتجاه مع مرور الزمن يدعى بالتيار المتناوب (AC).

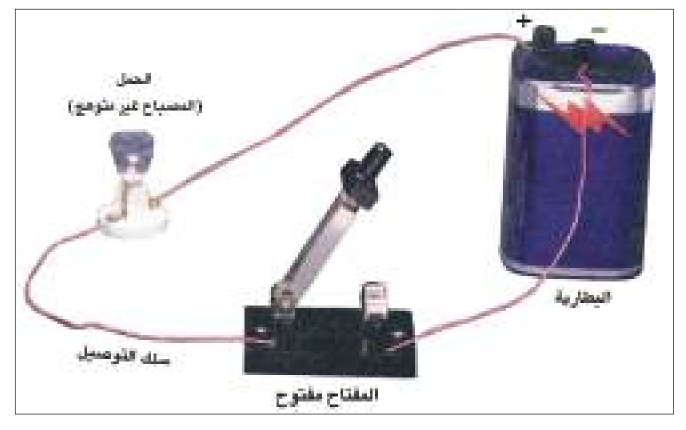


المسار المغلق الذي تتحرك خلاله الالكترونات يدعى بالدائرة الكهربائية. والدائرة الكهربائية البسيطة تتألف من مصباح كهربائي (الحمل)، اسلاك توصيل ، مفتاح ، بطارية فولطيتها مناسبة. لاحظ الشكل (9).



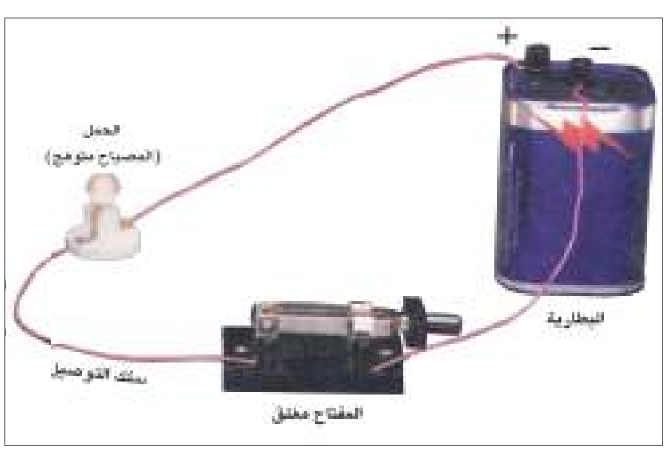
الشكل (9)

في الحالة التي يكون فيها مفتاح الدائرة مفتوحا لا نلاحظ توهج المصباح، وهذا يعني وجود قطع في الدائرة، فتدعى مثل هذه الدائرة بالدائرة الكهربائية المفتوحة. لاحظ الشكل (10).



الشكل (10)

وعند إغلاق مفتاح هذه الدائرة، فان الالكترونات ستتحرك وتنساب خلال أسلاك التوصيل وخويط المصباح، فيتوهج المصباح، وتدعى مثل هذه الدائرة بالدائرة الكهربائية المغلقة. لاحظ الشكل (11).



الشكل (11)

جهاز الأميتر:

يستعمل جهاز الأميتر لقياس مقدار التيار الكهربائي المنساب في الدائرة الكهربائية (أو أي جزء منها). لاحظ الشكل (12). ولقياس التيارات صغيرة المقدار (مقدرة بالملي امبير mA) يستعمل جهاز الملي أميتر.



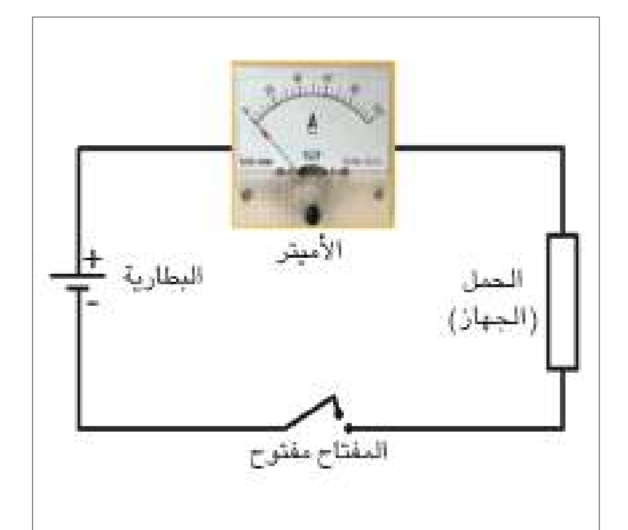
الشكل (12)

عند إستعمال جهاز الأميتر لقياس التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية، من الضروري مراعاة ما يأتي:

1- يربط الأميتر على التوالي (متسلسل) مع الحمل او الجهاز المطلوب لمعرفة التيار المنساب فيه (لكي تنساب خلاله جميع الشحنات الكهربائية في الجزء الموضوع فيه الأميتر). لاحظ الشكل (13).

2- تكون مقاومة الأميتر صغيرة جدا نسبة لمقاومة الدائرة أونسبة لمقاومة الجهاز المطلوب معرفة التيار المنساب فيه.

3- يربط الطرف الموجب لجهاز الأميتر (وهو عادة يكون بلون أحمر أو مؤشر عليه علامة +) مع القطب الموجب للنضيدة (أو نقطة جهدها أعلى)، بينما يربط طرفه السالب (وهو عادة يكون بلون أسود أو مؤشر عليه علامة −) من جهة القطب السالب للنضيدة (أو نقطة جهدها أوطأ).





الشكل (13)

يتطلب الإنتباه عند إجراء أي نشاط (تجربة عملية) في الدوائر الكهربائية، أن نجعل مفتاح الدائرة مفتوحاً قبل البدء في القياس. وبعد التأكد من صحة طريقة ربط الأجهزة المستعملة ونتأكد كذلك من صحة ربط الأطراف الموجبة والأطراف السالبة لكل من الأميتر والفولطميتر في الدائرة وعندئذ، نغلق مفتاح الدائرة.

نشاط	قياس التيار الكهربائي بإستعمال جهاز الأميتر

أدوات النشاط:

جهاز أميتر ، أسلاك توصيل ، مصباح كهربائي ، بطارية فولطيتها مناسبة ، مقاومة متغيرة (ريوستات)، مفتاح كهربائي.

الخطوات:

- نربط كل من جهاز الأميتر والمصباح الكهربائي والمفتاح والبطارية والمقاومة المتغيرة (الريوستات) عند اعلى قيمة لها بوساطة أسلاك التوصيل مع بعضها على التوالي، مع الإنتباه لنوعية الإقطاب لكل من البطارية والأميتر. كما في الشكل (14).
- نغلق مفتاح الدائرة نلاحظ توهج المصباح وانحراف مؤشر جهاز الأميتر مشيراً إلى إنسياب تيار كهربائي في الدائرة. ما الذي تمثله قراءة الأميتر هذه ؟ سجل هذه القراءة، ماهي وحدات هذه القراءة ؟
- نغير مقدار مقاومة الريوستات فيتغير تيار الدائرة، فنحصل على قراءة جديدة للأميتر ونلاحظ توهج المصباح، ثم نكرر العملية وفي كل مرة نحصل على مقدارٍ جديد للتيار المنساب في الدائرة.

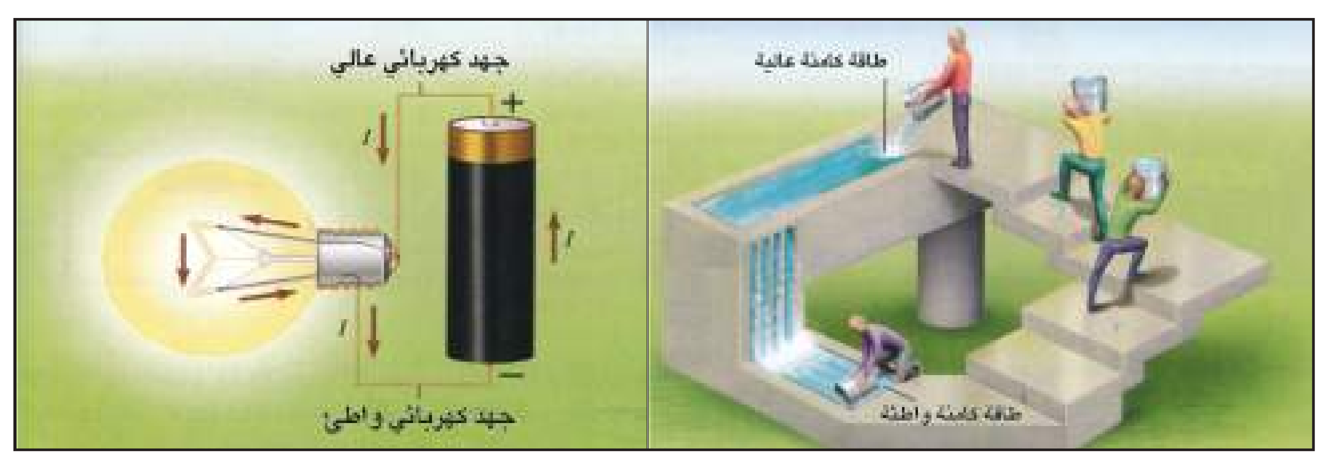


الشكل (14)

نستنتج من النشاط أن: قراءة الأميتر تتغير بتغير مقدار التيار المنساب في الدائرة الكهربائية فهي تشير دائماً الى مقدار التيار المنساب في الدائرة.

3-5 فرق الجهد الكهربائي

مقدار فرق الجهد بين نقطتين داخل المجال الكهربائي يحدد مقدار التيار الكهربائي المنساب بينهما، فيكون إتجاه إنسياب التيار الكهربائي من النقطة ذات الجهد الكهربائي الأعلى الى النقطة ذات الجهد الكهربائي الأوطأ، وعند تساوي مقدار جهدي النقطتين يتوقف سريان التيار الكهربائي. وتكون وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين هي الفولط (volt) ويقاس عملياً بإستعمال جهاز الفولطميتر. الشكل (15).



الشكل (15)

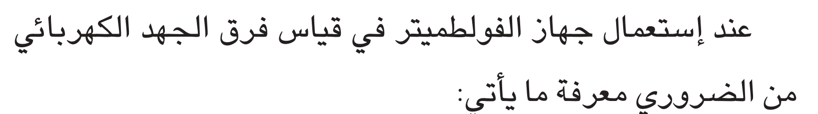
3-6 قياس فرق الجهد الكهربائي

جهاز الفولطميتر:



الشكل (16)

يستعمل الفولطميتر (Voltmeter) لاحظ الشكل (16) لقياس مقدار فرق الجهد الكهربائي بين أي نقطتين في الدائرة الكهربائية ويستعمل كذلك لقياس مقدار فرق الجهد الكهربائي بين قطبي البطارية. ولقياس الفولطيات صغيرة المقدار تستعمل وحدة القياس ملي فولط (mV) والجهاز المستعمل لقياسها هو جهاز الملي فولطميتر.



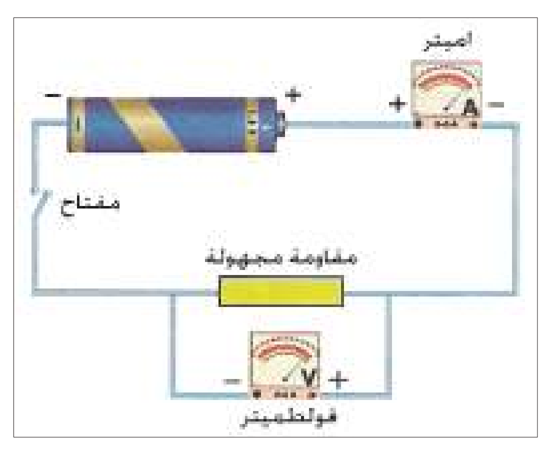
عند إستعمال جهاز الفولطميتر في قياس فرق الجهد الكهربائي من الضروري معرفة ما يأتي:

1. يربط جهاز الفولطميتر على التوازي بين طرفي الحمل المطلوب

معرفة فرق الجهد الكهربائي بين طرفيه (اي بين النقطتين المراد قياس فرق الجهد الكهربائي بينهما في الدائرة الكهربائية). الشكل (17–a).

2. تكون مقاومة الفولطميتر كبيرة جدا نسبة لمقاومة الدائرة أو نسبة لمقاومة الجهاز المطلوب قياس فرق الجهد الكهربائي بين طرفيه.

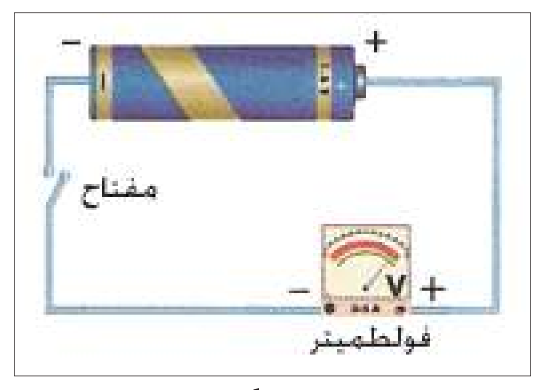
3. يربط الطرف الموجب لجهاز الفولطميتر (وهو عادة يكون بلون أحمر) مع القطب الموجب للنضيدة (نقطة جهدها أعلى)، بينما يربط طرفه السالب (وهو عادة يكون بلون أسود) مع القطب السالب للنضيدة (نقطة جهدها أوطأ).



الشكل (17–a)

ليكن معلوماً بان فرق الجهد بين طرفي العمود في الحالة التي تكون فيها الدائرة الكهربائية مفتوحة (التيار = صفر) يسمى بـ (emf) كما في الشكل (17–b).

ولاجل قياسها يستعمل جهاز الفولطميتر حيث يربط مباشراً بين قطبي العمود.



الشكل (17–b)

نشاط | قياس فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في الدائرة الكهربائية باستعمال جهاز الفولطميتر

أدوات النشاط:

جهاز فولطميتر ، أسلاك توصيل ، مصباح كهربائي ، بطارية فولطيتها مناسبة ، مفتاح كهربائي.

الخطوات:

– نربط بوساطة أسلاك التوصيل المصباح الكهربائي والمفتاح بين قطبي البطارية، ثم نربط جهاز الفولطميتر على التوازي مع المصباح، لاحظ الشكل (18).

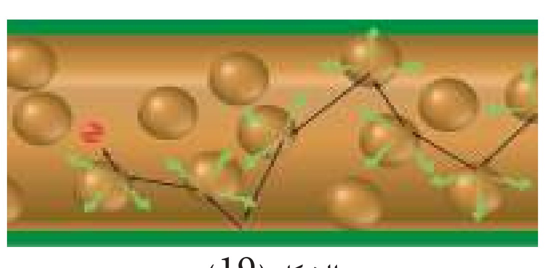
– لاحظ إنحراف مؤشر جهاز الفولطميتر مشيراً إلى وجود فرق جهد كهربائي بين طرفي المصباح. ما الذي تمثله قراءة الفولطميتر هذه؟ سجل هذه القراءة.



الشكل (18)

المقاومة الكهربائية ووحدة قياسها

يُعد فرق الجهد الكهربائي ضرورياً لتوليد تيار كهربائي في الموصلات وأن حركة الالكترونات هذه تواجه إعاقة في أثناء إنتقالها داخل الموصلات، وهذه الإعاقة ناجمة عن تصادم الالكترونات مع بعضها ومع ذرات الموصل، مما يسبب إرتفاع درجة حرارة الموصل، وهذا يعني أن الموصل، ولدَّ إعاقة للتيار الكهربائي أي أن للموصل مقاومة كهربائية. لاحظ الشكل (19).



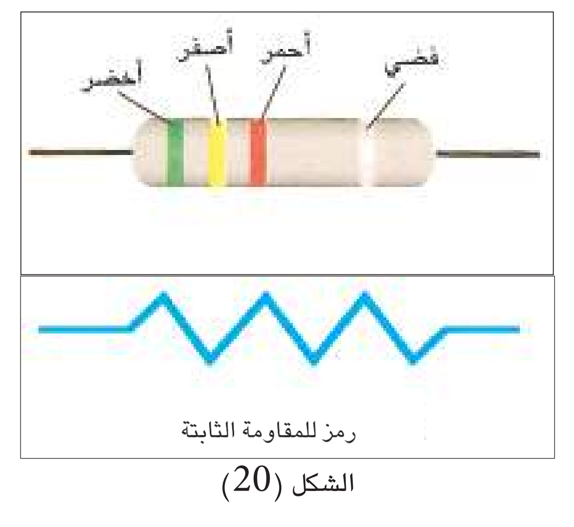
الشكل (19)

فالمقاومة الكهربائية: هي الاعاقة التي يبديها المقاوم للتيار الكهربائي المار خلاله. ووحدة قياسها هي الأوم (نسبة للعالم جورج سيمون اوم).

أنواع المقاومات:

a- مقاومة ثابتة المقدار:

يمكن معرفة مقدارها من ملاحظة الوان الحلقات على سطحها وذلك بالاعتماد على جدول خاص بها. لاحظ الشكل (20).



الشكل (20)

b- مقاومة متغيرة المقدار لاحظ الشكل (21)



الشكل (21)

8-3 قانون أوم

لقد وجد العالم أوم إن حاصل قسمة فرق الجهد الكهربائي بين طرفي المقاوم على مقدار التيار المنساب فيه يساوي مقداراً ثابتاً ضمن حدود معينة، وقد سمّي هذا الثابت بالمقاومة الكهربائية. وتقاس بالأوم ويرمز له (Ω).

لقد صاغ العالم أوم العلاقة بين فرق الجهد الكهربائي والتيار المنساب خلال المقاوم بالعلاقة الاتية:

$$\text{المقاومة} = \frac{\text{فرق الجهد}}{\text{التيار}}$$

$$\text{Resistance} = \frac{\text{Potential difference}}{\text{Current}}$$

$$R\,(\Omega) = \frac{V\,(\text{volt})}{I\,(\text{Ampere})}$$

الاوم : مقاومة موصل فرق الجهد بين طرفيه فولطاً واحداً ومقدار التيار المار خلاله أمبيراً واحداً

نشاط | قياس مقاومة كهربائية صغيرة المقدار باستعمال الأميتر والفولطميتر

أدوات النشاط: أسلاك توصيل ، جهاز اميتر (A) ، جهاز فولطميتر (V) ، بطارية ، مفتاح كهربائي ، مقاومة صغيرة المقدار.

الخطوات:

1- نربط الاجهزة الكهربائية كما موضح في الشكل (22)، مع مراعاة ربط الأميتر على التوالي مع المقاومة المطلوب حساب مقدارها وربط الفولطميتر على التوازي بين طرفيها.



الشكل (22)

2– نغلق الدائرة الكهربائية ونسجل قراءة كل من الاميتر والفولطميتر.

3– نقسم مقدار قراءة الفولطميتر (فرق الجهد) على مقدار قراءة الأميتر (التيار) نحصل على مقدار المقاومة طبقا لقانون أوم:

مقدار المقاومة = مقدار قراءة الفولطميتر / مقدار قراءة الاميتر

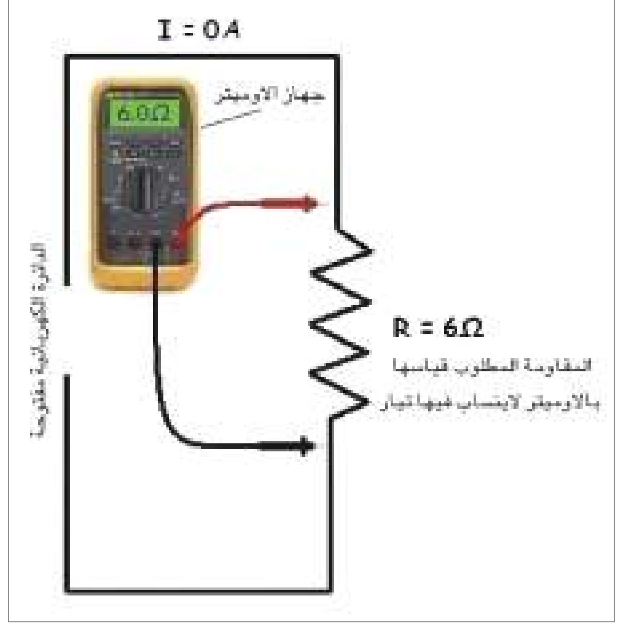
$$R\,(\Omega) = \frac{V\,(\text{volt})}{I\,(\text{Ampere})}$$

ويمكن قياس مقدار المقاومة الكهربائية بطريقة مباشرة وذلك باستعمال جهاز الأوميتر Ohmmeter. لاحظ الشكل (23).



الشكل (23) جهاز الاوميتر

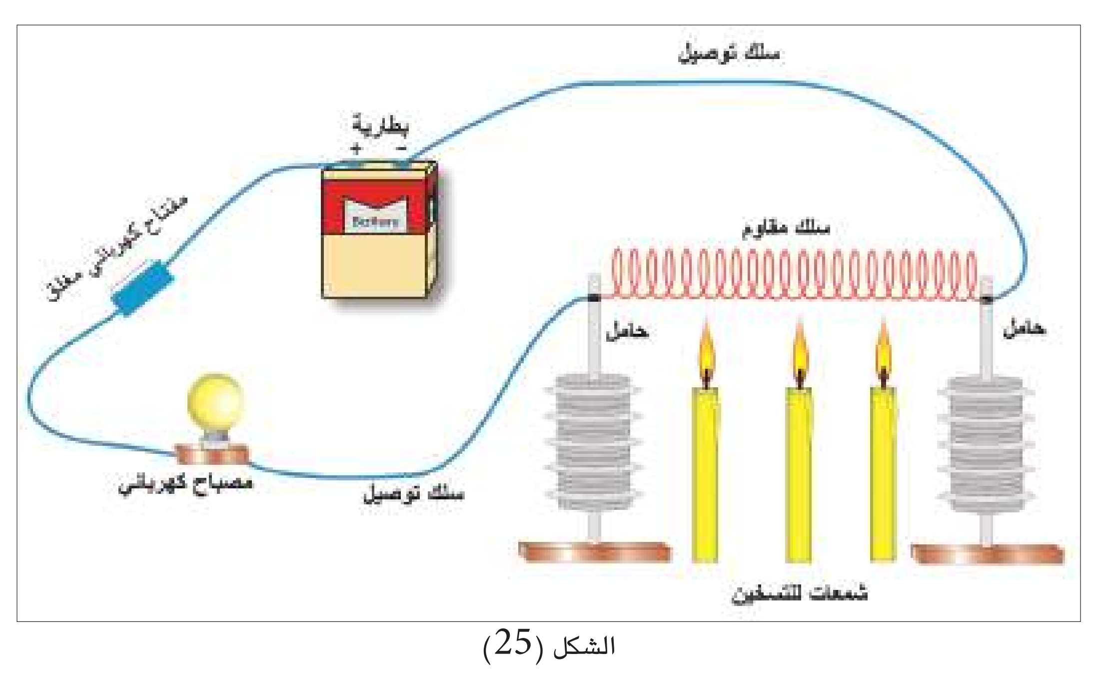
يتوجب عند استعمال جهاز الأوميتر أن تكون المقاومة المطلوب قياسها غير موصولة بدائرة كهربائية. لاحظ الشكل (24).



الشكل (24)

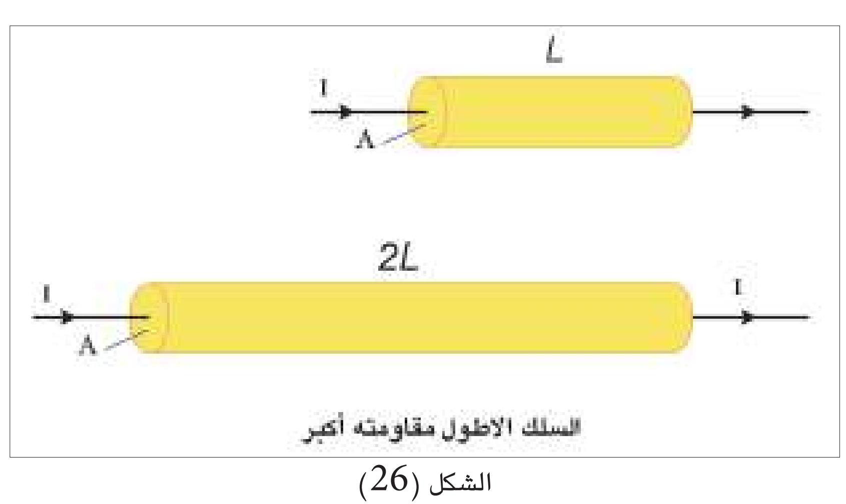
العوامل التي يتوقف عليها مقدار مقاومة الموصل:

1-**درجة الحرارة:** يتغير مقدار مقاومة بعض المواد باختلاف درجة الحرارة التي تتعرض لها، فالمواد الموصلة النقية تزداد مقاومتها مع ارتفاع درجة حرارتها (كالنحاس مثلاً)، فعند تسخين سلك من النحاس المربوط على التوالي مع مصباح كهربائي، نلاحظ أن توهج المصباح يقل تدريجيا مع ارتفاع درجة حرارة سلك النحاس نتيجة لنقصان تيار الدائرة، لاحظ الشكل (25). وتفسير ذلك هو ازدياد مقاومة الموصل بأرتفاع درجة حرارته. ومن الجدير بالذكر ان انخفاض درجة حرارة بعض المواد انخفاضاً كبيراً فانها تصير فائقة التوصيل (superconductor) ومثالية في نقل الطاقة الكهربائية. وتوجد مواد مثل الكاربون حيث تقل مقاومتها الكهربائية بارتفاع درجة الحرارة. وهناك مواد اخرى تبقى مقاومتها ثابتة تقريباً مهما اختلفت درجة حرارتها (كالمنكانين والكونستنتان).



الشكل (25)

2- **طول الموصل:** تتناسب مقاومة الموصل طردياً مع طوله (تزداد مقاومة الموصل بازدياد طوله). لاحظ الشكل (26).



الشكل (26)

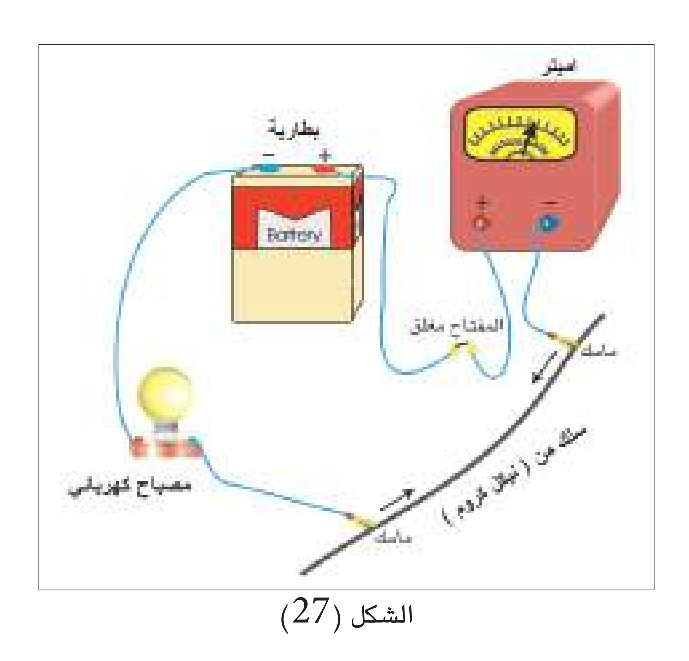
نشاط | **العلاقة بين مقاومة الموصل وطوله**

ادوات النشاط: بطارية فولطيتها مناسبة ، سلك موصل (مصنوع من مادة النيكل كروم) طويل نسبيا ،مصباح كهربائي ، أميتر ، اسلاك توصيل ، ماسكين من مادة موصلة، مفتاح كهربائي.

الخطوات:

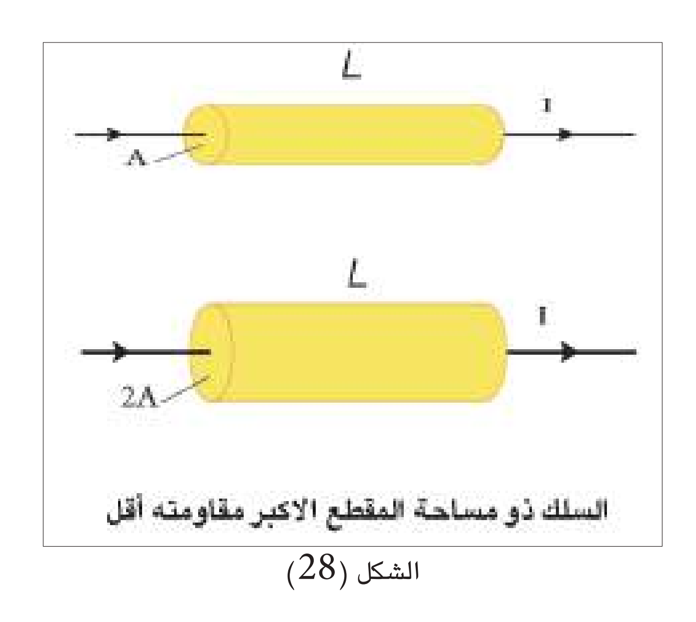
- نربط دائرة كهربائية عملية متوالية الربط تحتوي الأميتر والبطارية والمصباح والسلك والمفتاح الكهربائي الشكل (27).
- نضع الماسكين بين طرفي السلك ونلاحظ توهج المصباح ونسجل قراءة الأميتر.
- نحرك الماسكين على السلك نحو بعضهما تدريجياً (لتصغير طول السلك المستعمل في الدائرة)، نلاحظ حصول إزدياد تدريجي في توهج المصباح وإزدياد تدريجي في قراءة الأميتر في الوقت نفسه، وتفسير ذلك هو إزدياد التيار المنساب بالدائرة بنقصان مقدار مقاومة الموصل نتيجة لنقصان طوله.

نستنتج من هذا النشاط أن: مقاومة الموصل (R) تتناسب طرديا مع طوله (L) بثبوت العوامل الاخرى.



الشكل (27)

3- مساحة المقطع العرضي للموصل: تقل مقاومة الموصل بزيادة مساحة مقطعه العرضي. الشكل (28).

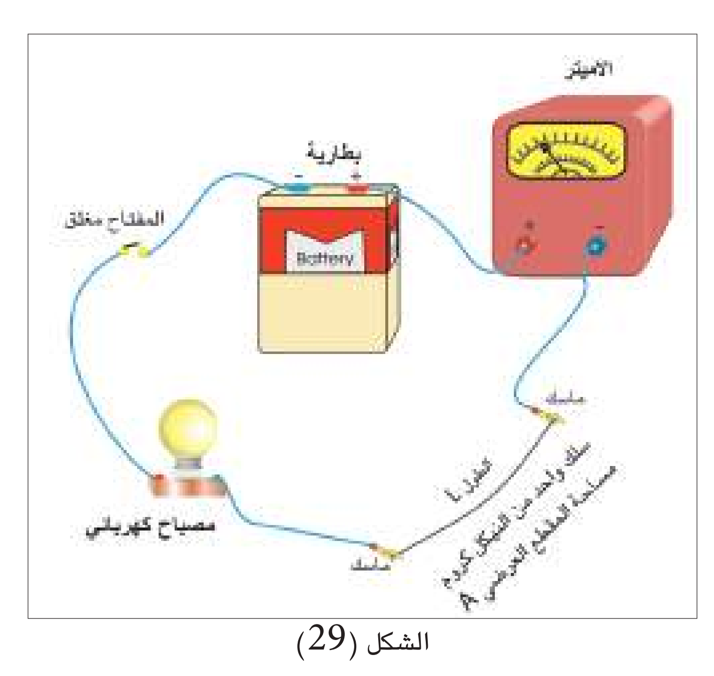


السلك ذو مساحة المقطع الاكبر مقاومته أقل

الشكل (28)

نشاط	العلاقة بين مقاومة الموصل ومساحة مقطعه العرضي

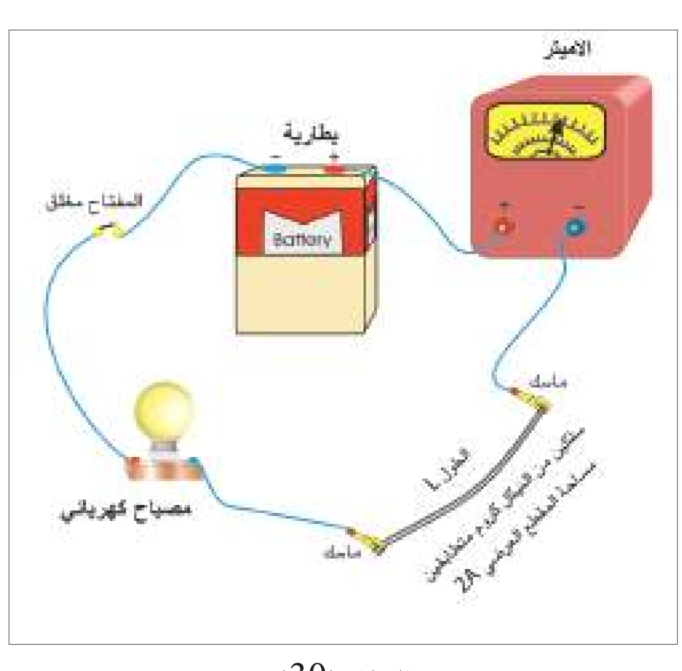
أدوات النشاط: بطارية فولطيتها مناسبة ، سلكين موصلين (من مادة النيكل كروم) متساويان بالطول والمقطع العرضي، مصباح كهربائي ، أميتر ، اسلاك توصيل ، ماسكين من مادة موصلة ، مفتاح كهربائي.



الشكل (29)

الخطوات:

- نربط دائرة كهربائية عملية متوالية الربط تحتوي الأميتر والبطارية والمصباح وسلك واحد من النيكل كروم الشكل (29).
- نضع الماسكين بين طرفي السلك ونلاحظ توهج المصباح ونسجل قراءة الأميتر.
- نأخذ السلكين المتماثلين بالطول والمقطع العرضي (من النيكل كروم) ونربط طرفيهما ببعض ونجعلهما كسلك واحد، لنحصل على سلك غليظ مساحة مقطعه العرضي تساوي (2A) ضعف مساحة السلك الواحد. لاحظ الشكل (30).
- نضع الماسكين بين طرفي السلكين (بين طرفي السلك الغليظ).
- نلاحظ ازدياد توهج المصباح بمقدار اكبر من الحالة الأولى (للسلك المنفرد) وازدياد قراءة الأميتر عن قراءته السابقة، وهذا يعني ان التيار الكهربائي المنساب في الدائرة قد ازداد بمضاعفة مساحة المقطع العرضي للسلك.



الشكل (30)

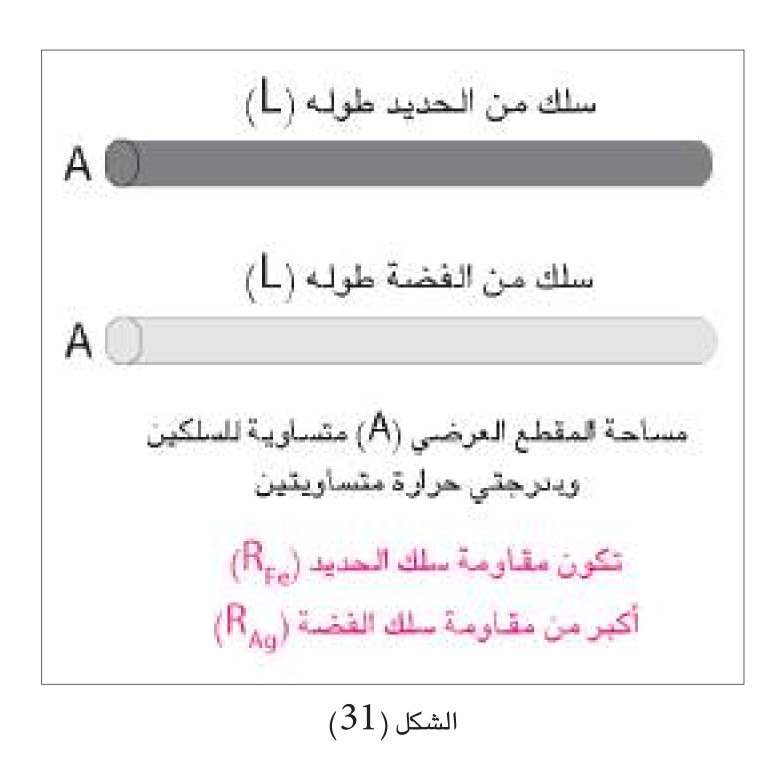
وتفسير ذلك هو عند مضاعفة مساحة المقطع العرضي للسلك تقل مقاومته عن ماكانت عليه في الحالة الأولى. فيزداد التيار الكهربائي المنساب فيه.

نستنتج من هذا النشاط أن: مقاومة الموصل (R) تتناسب عكسياً مع مساحة مقطعه العرضي (A) بثبوت العوامل الاخرى.

4- **نوع المادة:** المقاومة الكهربائية هي خاصية فيزيائية للمادة تبين اعاقتها للتيار الكهربائي المنساب خلالها.

تختلف المقاومة الكهربائية باختلاف نوع المادة بثبوت العوامل الاخرى. مثلا مقاومة سلك من الفضة اصغر من مقاومة سلك من الحديد مساوٍ لهُ بالطول وكذلك مساوٍ لمساحة المقطع العرضي وعند درجة الحرارة نفسها.

لاحظ الشكل (31).



الشكل (31)

وعندئذ يمكننا القول:

$$\text{المقاومة} \propto \frac{\text{طول السلك}}{\text{مساحة المقطع}}$$

$$R \propto \frac{L}{A}$$

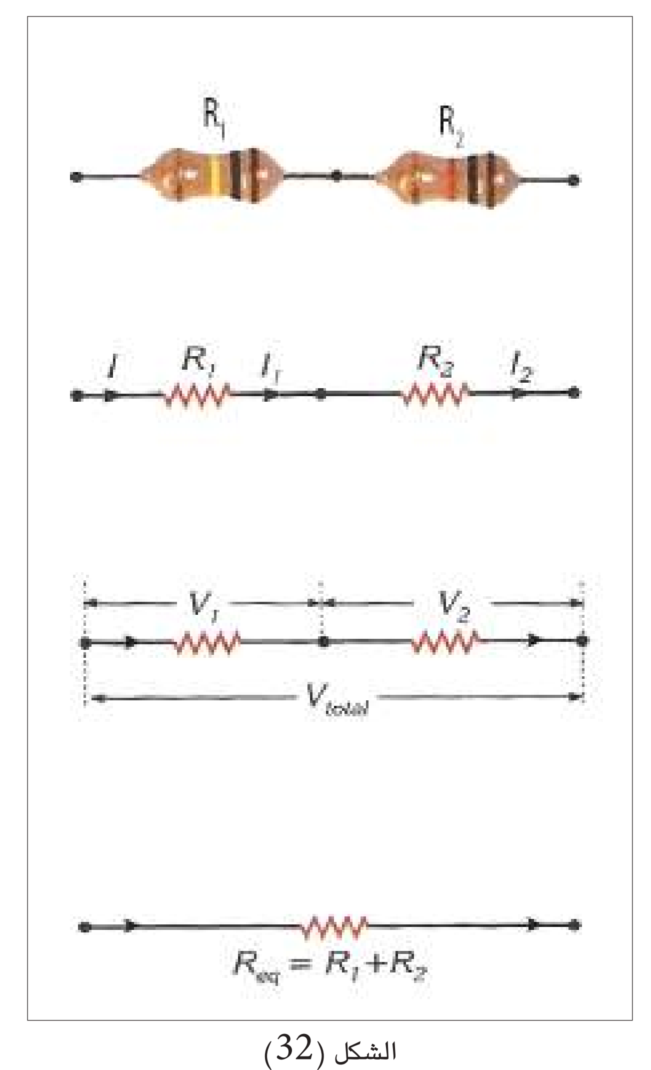
هل تعلم

توجد داخل خزان الوقود للمركبات عوامة تعمل على تغيير مقدار المقاومة التي تتحكم في مقدار التيارالمنساب في مقياس الوقود، وعندما يكون مستوى الوقود مرتفعاً يسري تيار أكبر مسبباً إنحراف اكبر لمؤشر مقياس الوقود والعكس صحيح.

9-3 طرائق ربط المقاومات الكهربائية

a- ربط المقاومات على التوالي (Series connection):

يوضح الشكل (32) مقاومتان كهربائيتان مقاومتاهما (R_1 ، R_2) مربوطتان على التوالي مع بعضهما اذ يوفر هذا النوع من الربط مسرباً واحداً لإنسياب التيار في الدائرة الكهربائية.



الشكل (32)

(V_1) يمثل فرق الجهد الكهربائي بين طرفي المقاومة R_1

(V_2) يمثل فرق الجهد الكهربائي بين طرفي المقاومة R_2

$$I = I_1 = I_2 \text{ .... } (1)$$

I يمثل التيار المنساب في الدائرة الكهربائية

V_{total} يمثل فرق الجهد الكلي

$$V_{total} = V_1 + V_2 \text{ .... } (2)$$

ثم نعوض عن: $V = I \times R$ في المعادلة (2)

$$I \times R_{eq} = I \times R_1 + I \times R_2$$

$$I \times R_{eq} = I \times (R_1 + R_2)$$

اذ ان R_{eq} تمثل المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات المتوالية الربط.

وباختصار (I) من طرفي المعادلة نحصل على:

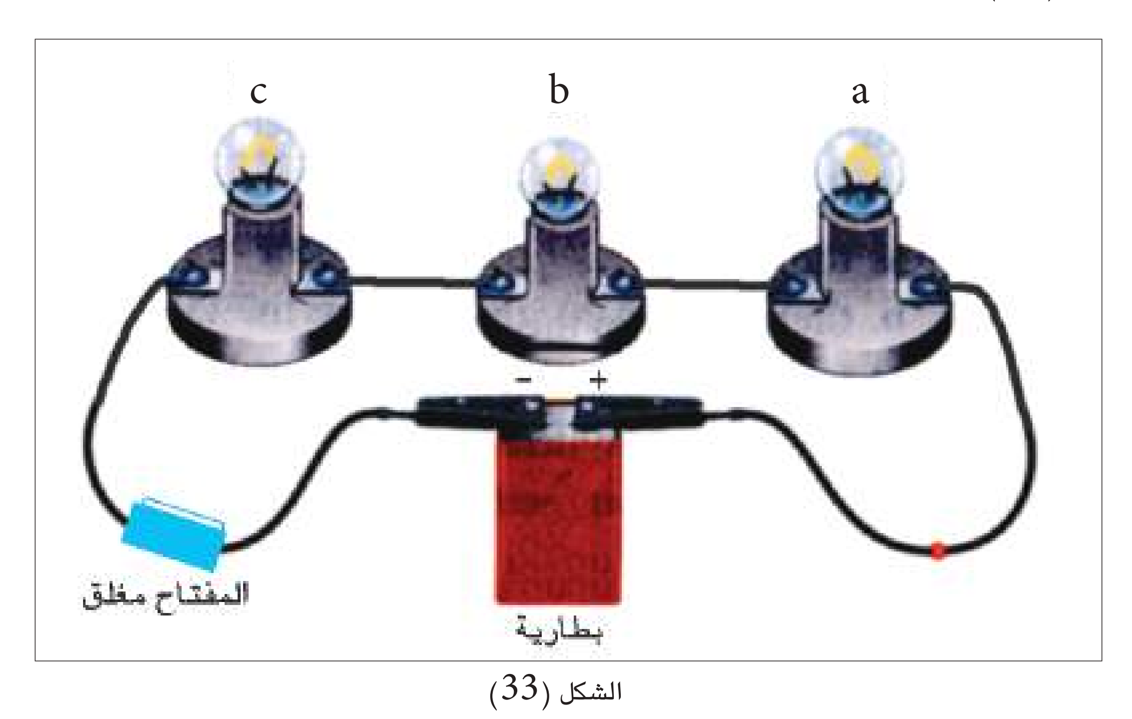
$$R_{eq} = R_1 + R_2 \text{ .... } (3)$$

نشاط ربط المصابيح الكهربائية على التوالي

ادوات النشاط: ثلاثة مصابيح (a ، b ، c) صغيرة ومتماثلة ، بطارية فولطيتها مناسبة ، أسلاك توصيل ، مفتاح كهربائي.

الخطوات:

- نربط أحد المصابيح الثلاثة على التوالي مع المفتاح والبطارية. نغلق المفتاح ونلاحظ توهج المصباح.
- نربط مصباحين من المصابيح الثلاثة على التوالي مع بعضها ومع المفتاح والبطارية.
- نغلق المفتاح ونلاحظ توهج المصباحين، نجد ان توهجهما متساوٍ وتوهج كل منهما أقل من توهج المصباح لو ربط لوحده في الدائرة.
- نكرر العملية وذلك بربط المصابيح الثلاثة بوساطة أسلاك التوصيل مع بعضها ومع المفتاح على التوالي كما في الشكل (33).



الشكل (33)

- نربط طرفي المجموعة المتوالية (المصابيح الثلاثة والمفتاح) بين قطبي البطارية.
- نغلق مفتاح الدائرة ونلاحظ توهج المصابيح، ماذا نجد ؟

نجد أن مقدار توهج المصابيح الثلاثة متساوٍ وتوهج كل منهم أقل مما هو عليه في الحالة السابقة.

نستنتج من النشاط: ان تيار الدائرة المتوالية الربط يكون متساوٍ في جميع أجزائها ويقل مقداره بازدياد عدد المصابيح المربوطة على التوالي بسبب ازدياد مقدار المقاومة المكافئة لمجموعة التوالي.

b – ربط المقاومات على التوازي (Parallel connection):

يوضح الشكل (34–a) مقاومتان كهربائيتان (R_1 ، R_2) مربوطتان على التوازي مع بعضهما. إذ يوفر هذا النوع من الربط عدة مسارب لانسياب التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية.
لاحظ الشكل (34 – a،b).



حيث:

(V_1) يمثل فرق الجهد بين طرفي المقاومة (R_1)

(V_2) يمثل فرق الجهد بين طرفي المقاومة (R_2)

الشكل (34 - a)

$$V = V_1 = V_2 \;........ (1)$$

$$I_{total} = I_1 + I_2 \;........ (2)$$

حيث (I_{total}) يمثل التيار الكلي المنساب في الدائرة الكهربائية

(I_1) يمثل التيار المنساب في المقاومة (R_1)

(I_2) يمثل التيار المنساب في المقاومة (R_2)

ويمكن حساب المقاومة المكافئة كما يأتي:

نعوض عن $I = \frac{V}{R}$ في المعادلة (2)

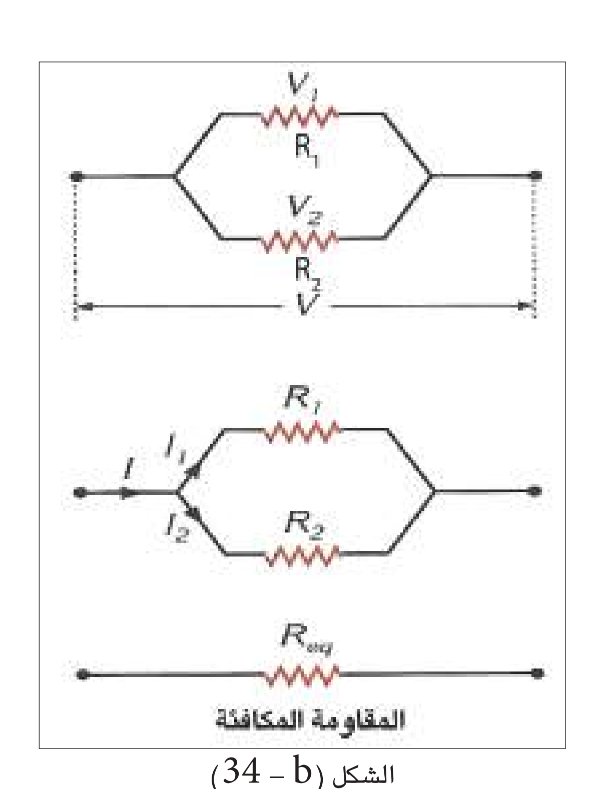
(R_{eq}) تمثل المقاومة المكافئة

$$\frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}$$

$$\frac{V}{R_{eq}} = \frac{V}{1}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

وبأختصار (V) من طرفي المعادلة نحصل على:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \;........ (3)$$



الشكل (34 – b)

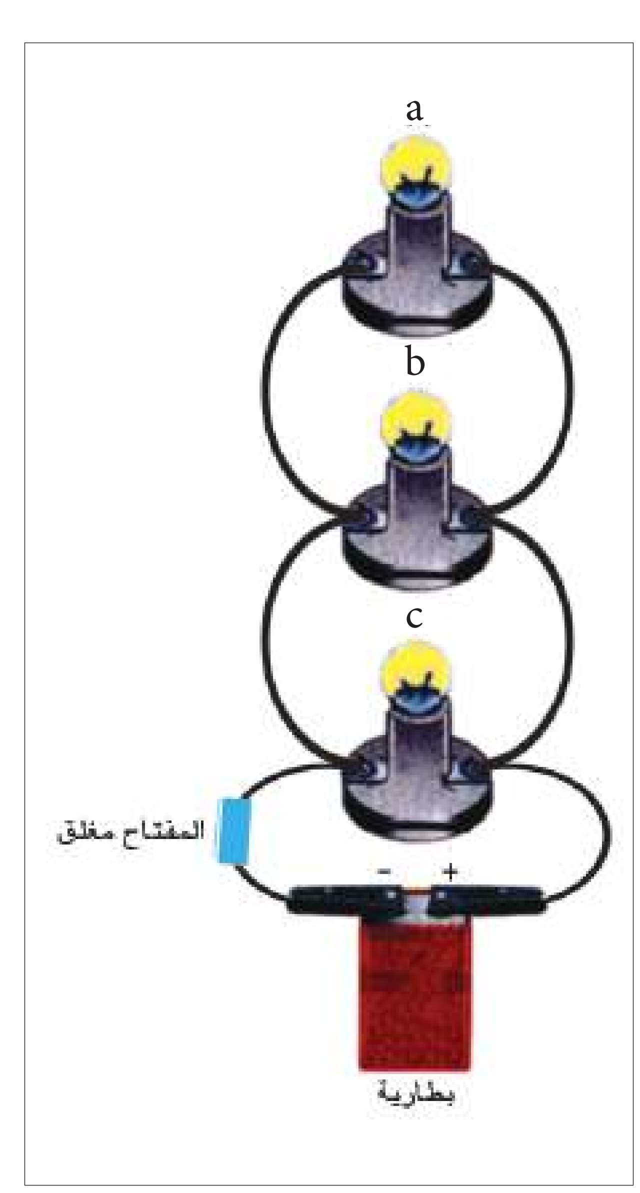
نشاط ربط المصابيح الكهربائية على التوازي

ادوات النشاط: ثلاثة مصابيح (a ، b ، c) صغيرة ومتماثلة ، بطارية ،اسلاك توصيل ، مفتاح كهربائي.

الخطوات:

- نربط أحد المصابيح الثلاثة على التوالي مع المفتاح والبطارية. نغلق المفتاح ونلاحظ توهج المصباح.
- نربط مصباحين من المصابيح الثلاثة على التوازي مع بعضها ونربط مجموعتهما على التوالي مع المفتاح والبطارية.
- نغلق المفتاح ونلاحظ توهج المصباحين، نجد ان توهجهما متساوي. ويماثل توهج المصباح في الحالة الاولى.
- نربط المصابيح الثلاثة بوساطة أسلاك التوصيل مع بعضها على التوازي ونربط مجموعة المصابيح على التوالي مع المفتاح.
- نربط طرفي المجموعة الكلية (المصابيح والمفتاح) بين قطبي البطارية. كما في الشكل (35).
- نغلق مفتاح الدائرة ونلاحظ توهج المصابيح.

تجد ان مقدار توهج المصابيح متساوي. ويماثل توهج المصباح في الحالة الاولى والثانية.



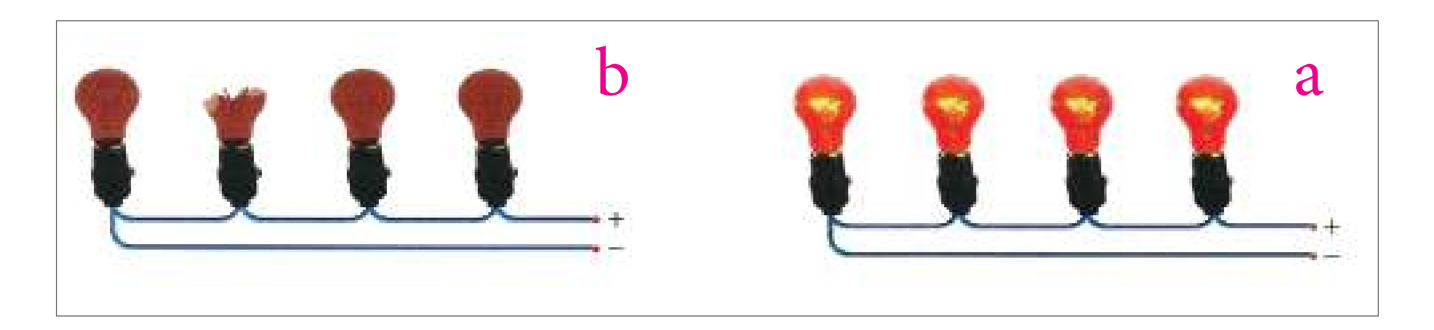
الشكل (35)

نستنتج من النشاط: إن فرق الجهد عبر أجزاء الدائرة المتوازية الربط يكون متساوٍ والتيار الرئيسي في الدائرة يساوي مجموع التيارات المارة في المصابيح المربوطة على التوازي والذي يزداد مقداره بزيادة عدد المصابيح المربوطة على التوازي.

وان المقاومة المكافئة في دائرة التوازي تقل بزيادة عدد المصابيح (المقاومات) المربوطة على التوازي.

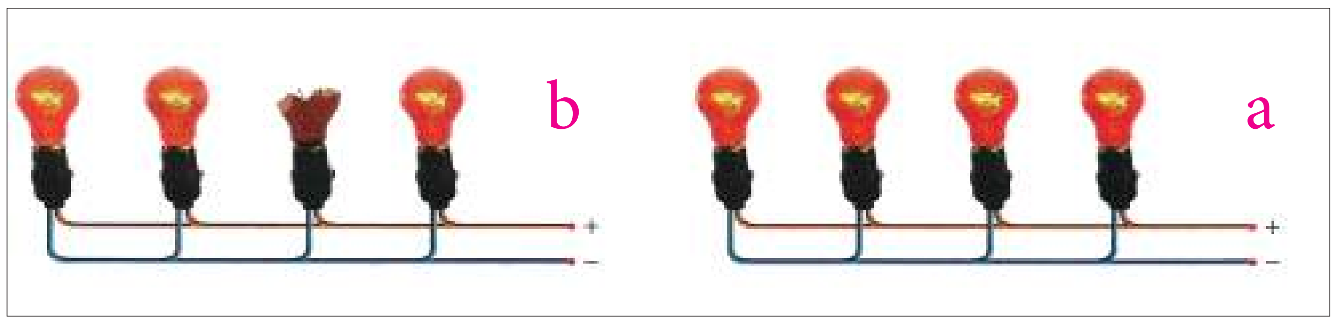
مقارنة بين ربط المصابيح الكهربائية على التوالي مع ربطها على التوازي:

- من مزايا طريقة ربط المصابيح على التوالي هو عند عطب (تلف) أو رفع أحد المصابيح فإن جميع المصابيح الأخرى المربوطة معهُ على التوالي تنطفيء (لا تتوهج) لاحظ الشكل (36 – a ، b). وسبب ذلك هو في طريقة ربط التوالي حيث ينساب التيار نفسه من مصباح إلى آخر، أي يوجد مسرب واحد لحركة الشحنات الكهربائية خلال الدائرة الكهربائية.



الشكل (36) المصابيح مربوطة على التوالي

- من مزايا ربط المصابيح على التوازي: هو عند عطب (تلف) أو رفع أحد المصابيح فإن جميع المصابيح الأخرى المربوطة معه على التوازي تبقى متوهجة لانه يتوقف انسياب التيار الكهربائي فقط في فرع المصباح الذي أصابه العطب. الشكل (37–a ، b)، وسبب ذلك ان جميع المصابيح متصلة مباشرة إلى مصدر الفولطية المجهزة (مثل البطارية). أي توجد عدة مسارب لحركة الشحنات الكهربائية خلال الدائرة كهربائية.

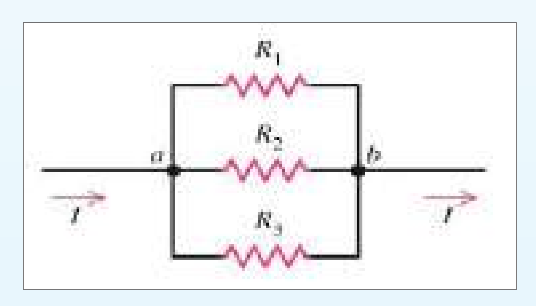


الشكل (37) المصابيح مربوطة على التوازي

- لذا فان معظم الدوائر الكهربائية تستعمل فيها طريقة ربط الأجهزة الكهربائية على التوازي. وجميع الأجهزة الكهربائية المنزلية تربط بطريقة ربط التوازي.

مثال

في الشكل المجاور ثلاث مقاومات ($R_1 = 6\ \Omega$ ، $R_2 = 9\ \Omega$ ،$R_3 = 18\ \Omega$) والمقاومة المكافئة لها مربوطة عبر فرق جهد كهربائي مقداره ($18\ V$). احسب:



1- مقدار المقاومة المكافئة.

2- التيار المنساب في كل مقاومة.

3- التيار الكلي المنساب في الدائرة.

الحل: يتضح من الشكل ان الربط على التوازي

المقاومة المكافئة هي R_{eq}

1(

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{3+2+1}{18}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{6}{18}$$

$$R_{eq} = 3\Omega$$

2(بما ان المقاومات مربوطة على التوازي

$$V_{total} = V_1 = V_2 = V_3 = 18V$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{18}{6} = 3A$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{18}{9} = 2A$$

$$I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{18}{18} = 1A$$

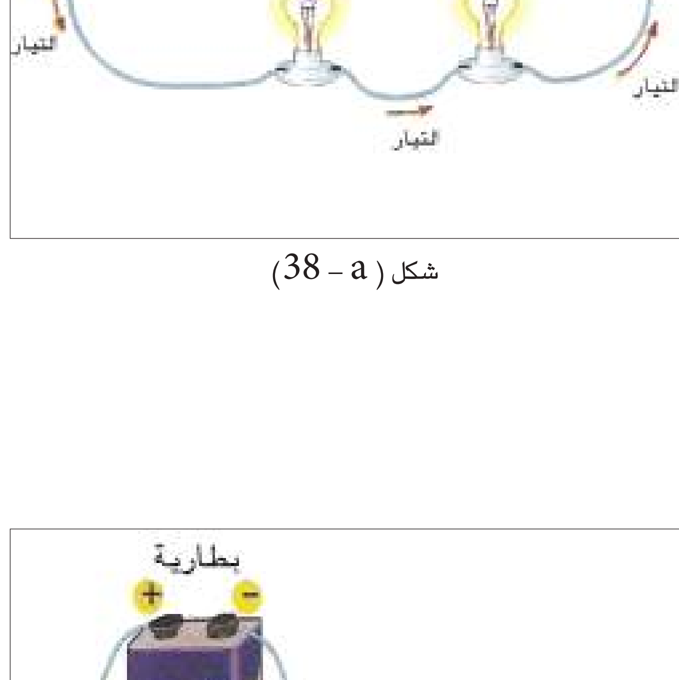
3(

$$I_{total} = I_1 + I_2 + I_3 = 3+2+1 = 6A$$

or $$I_{total} = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{18}{3} = 6A$$

الدائرة القصيرة Short circuit

عند ربط مصباحين كهربائيين متساويين في مقاومتهما الكهربائية على التوالي مع بعضهما وربط مجموعتهما بين قطبي بطارية، نلاحظ ان توهج المصباحين يكون متساوي الشكل (38 – a)، وذلك بسبب تساوي مقداري التيار المنساب فيهما.



شكل (38 – a)

فإذا ربطنا سلكا موصلا غليظا بين طرفي أحد المصباحين نلاحظ إنطفاء هذا المصباح، الشكل (38–b) وسبب ذلك هو ان السلك الغليظ ولّد دائرة قصيرة للمصباح فجعل معظم التيار ينساب في السلك الغليظ (مقاومة صغيرة جدا) والجزء القليل جداً من التيار ينساب في المصباح فلا يكفي لتوهجه.

اما المصباح الآخر المربوط في الدائرة نجده متوهجا ويكون توهجه اكبر من الحالة الاولى وذلك بسبب ازدياد تيار الدائرة الكهربائية في الحالة الثانية نتيجة لنقصان مقاومتها المكافئة (الدائرة الكهربائية في الحالة الثانية يعتبر فيها مصباح واحد مربوط مع النضيدة بدلاً من مصباحين مربوطين على التوالي).

شكل (38 – b)

انتباه :

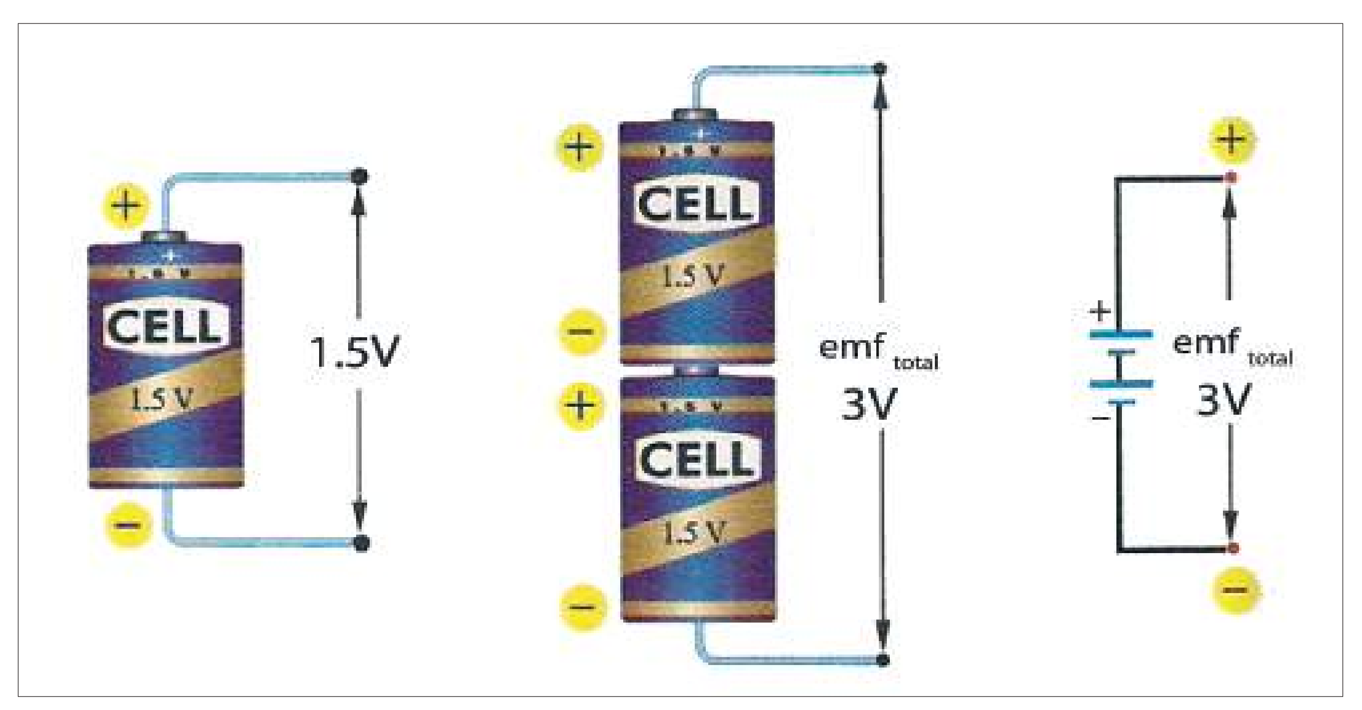
تجنب ربط الأميتر مباشرةً مع المصدر (من غير وجود حمل في الدائرة) لان هذا يؤدي إلى تلفه وتلف البطارية معاً (إذا كان المصدر ذو قدرة عالية) وذلك لتعرضها إلى دائرة قصيرة ينتج عنها مرور تيار عالي المقدار .

3–11 ربط الخلايا الكهربائية (ربط الاعمدة الكهربائية)

العديد من الدوائر الكهربائية لكي تعمل تحتاج الى أكثر من خلية واحدة. لذا تربط الخلايا الكهربائية مع بعضها أما على التوالي أو على التوازي أو تربط ربطاً مختلطاً لتجهيز الدائرة بالتيار المناسب لها أو الفولطية المناسبة لها.

a- ربط الخلايا (الأعمدة) الكهربائية على التوالي:

في هذا النوع من ربط الخلايا يتم ربط القطب الموجب للخلية الاولى مع القطب السالب للخلية الثانية ويربط القطب الموجب للخلية الثانية مع القطب السالب للخلية الثالثة وهكذا. لاحظ الشكل (39).



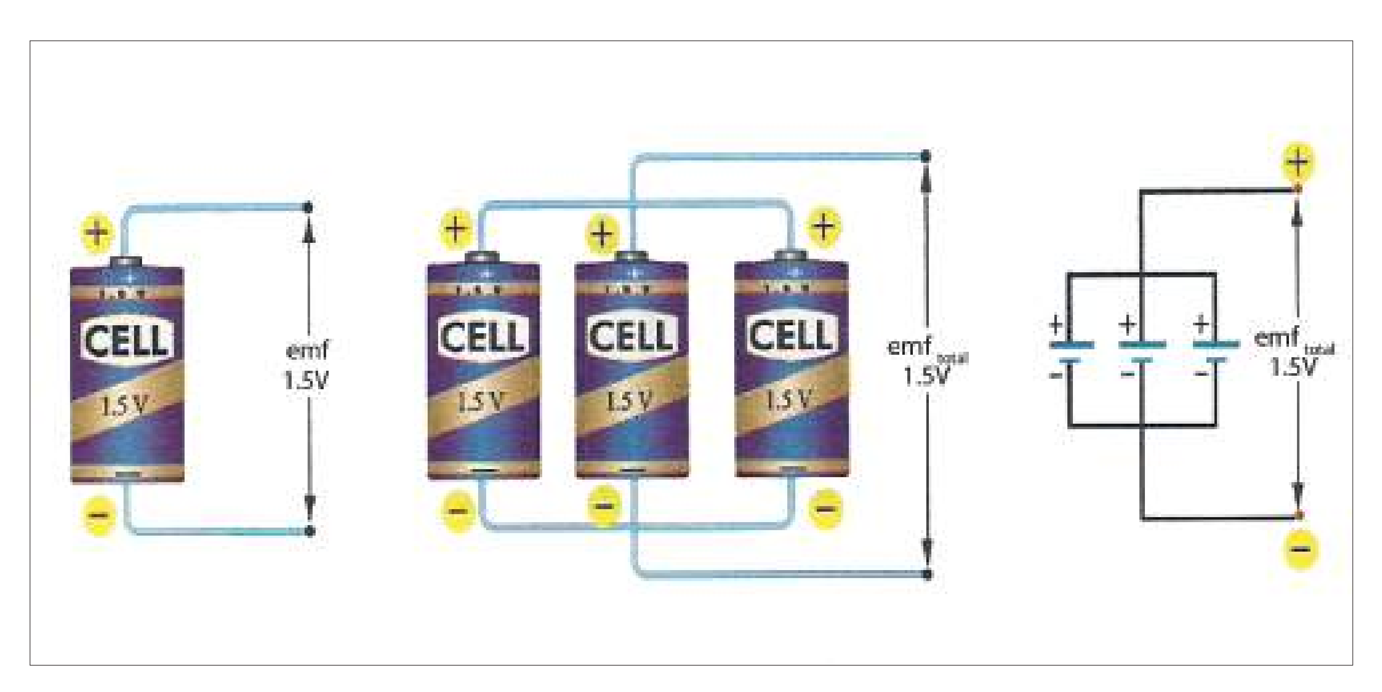
شكل (39) الخلايا (الاعمدة) مربوطة على التوالي

من مميزات ربط الخلايا الكهربائية على التوالي: هو تجهيز فولطية أكبر (قوة دافعة كهربائية emf أكبر)، نتيجة لجمع فولطيات الخلايا. فإن القوة الدافعة الكهربائيـة الكلية (emf_{total}) تساوي مجموع emf للخلايا المربوطة على التوالي.

فعند ربط خليتين متماثلتين emf لكل منهما (1.5V) على التوالي مع بعضهما فإن الفولطية الكليـة للخليتين (emf_{total}) تساوي (3V) أي ضعف فولطية كل منهما. الشكل (39).

b – ربط الخلايا (الأعمدة) الكهربائية على التوازي:

في هذا النوع من ربط الخلايا يتم ربط الاقطاب الموجبة لجميع الخلايا سوية مع بعضها، وتربط الاقطاب السالبة لجميع الخلايا سوية مع بعضها.. لاحظ الشكل (40).



الشكل (40) الخلايا (الاعمدة) مربوطة على التوازي

من مميزات ربط الخلايا على التوازي هو إمكانية تجهيز الدائرة الكهربائية بتيار أكبر.

وتكون الفولطية الكلية للخلايا المربوطة على التوازي القوة الدافعة الكهربائية الكلية (emf_{total}) تساوي (emf) للخلية الواحدة.

فعند ربط خليتين متماثلتين emf لكل منهما (1.5 V) على التوازي مع بعضهما فان الفولطية الكلية للخليتين (emf_{total}) تساوي (1.5V) أي تساوي فولطية كل منهما. الشكل (40).

أسئلة الفصل الثالث

س1	إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- مزايا ربط المصابيح الكهربائية على التوازي هي:

a- عند تلف احد المصابيح الكهربائية في الدائرة الكهربائية فأن جميع المصابيح الاخرى المربوطة على التوازي تبقى متوهجة.

b- جميع المصابيح الكهربائية متصلة مباشرة مع مصدر الفولطية المجهزة.

c- توجد عدة مسارب لحركة التيار الكهربائي خلال الدائرة الكهربائية.

d- جميع ماذكر اعلاه.

2- عند زيادة عدد المقاومات المربوطة مع بعضها على التوازي في دائرة كهربائية تحتوي نضيدة:

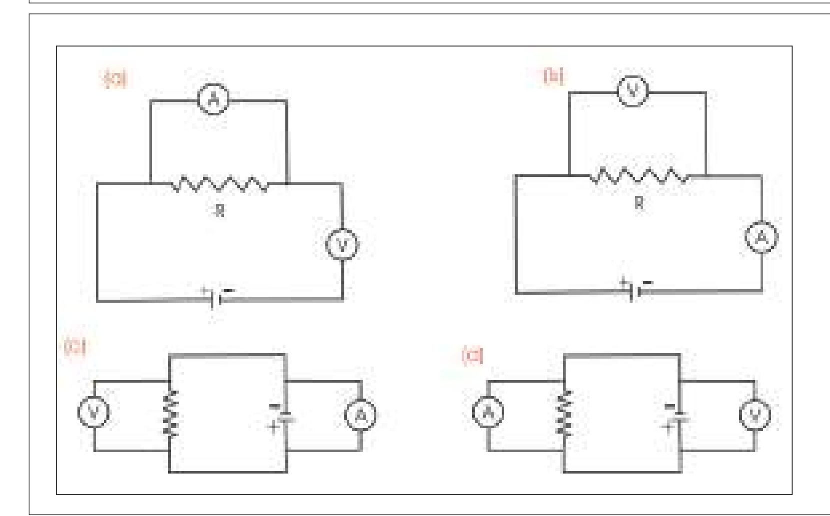
a- يتساوى مقدار فرق الجهد الكهربائي بين طرفي كل مقاومة.

b- يزداد مقدار فرق الجهد الكهربائي بين طرفي المقاومة المكافئة.

c- يتساوى مقدار التيار المنساب في جميع المقاومات.

d- يزداد مقدار المقاومة المكافئة.

3- أي مخطط من مخططات الدوائر الآتية تعد صحيحة عند استعمالها لقياس مقاومة صغيرة بربط الأميتر والفولطميتر. لاحظ الشكل المجاور.



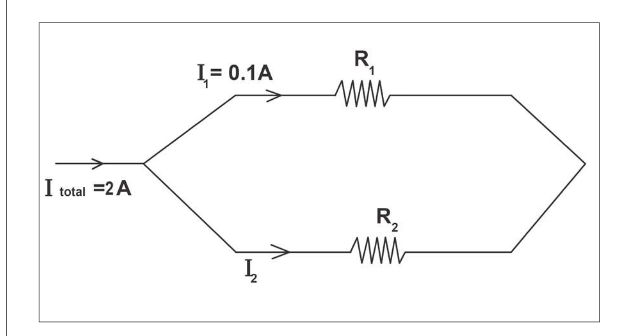
4- إن مقدار التيار الكهربائي (I_2) المنساب في المقاومة (R_2) في مخطط ألدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل المجاور يساوي:

a- 0.1A

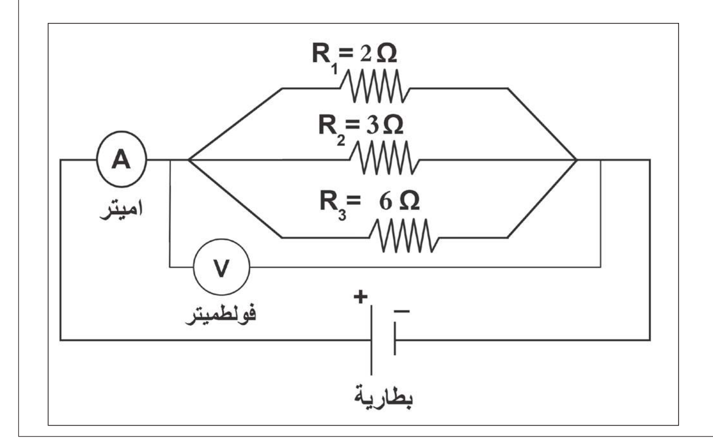
b- 2A

C- 2.1A

d- 1.9A



5- إذا كانت قراءة الاميتر المربوط في الدائرة الكهربائية في الشكل تساوي (6A) فإن قراءة الفولطميتر في هذه الدائرة تساوي:



a- 6V

b- 12V

c- 18V

d- 3V

6- إحدى الوحدات الآتية هي وحدة قياس المقاومة الكهربائية:

a- $\frac{Ampere}{Volt}$

b- $\frac{Volt}{Ampere}$

c- Volt × Ampere

d- $\frac{Coulomb}{Second}$

7- لا يعتمد مقدار المقاومة الكهربائية لسلك موصل على :

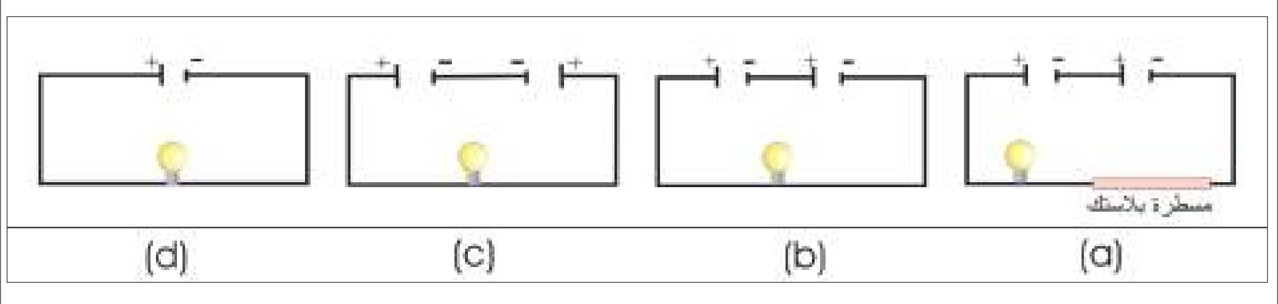
a- قطر السلك.

b- طول السلك.

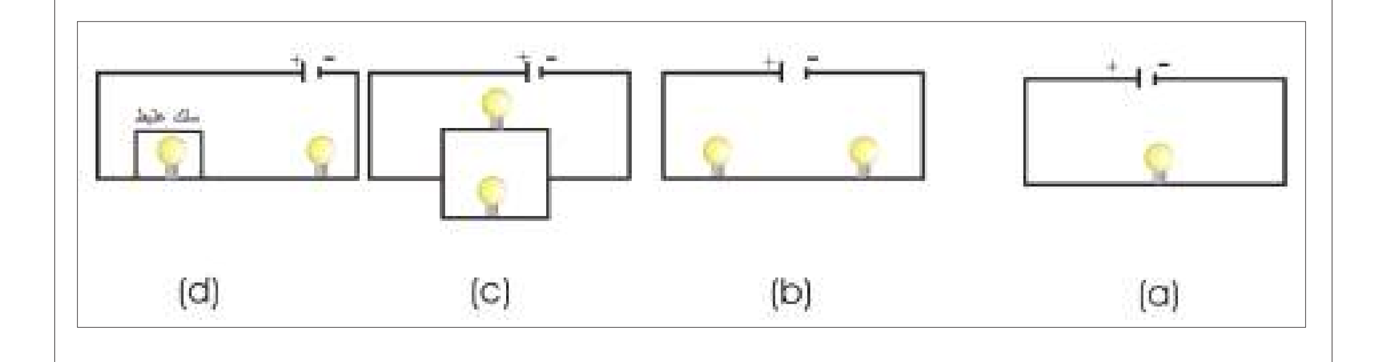
c- نوع مادة السلك.

d- التيار الكهربائي المنساب في السلك.

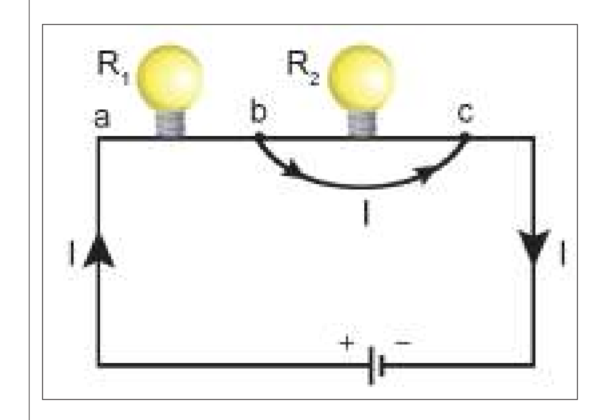
8- إذا كانت الأعمدة في الدوائر الكهربائية التالية متماثلة. وضح في أي منها يكون توهج المصباح أكبر ؟



9- إذا كانت المصابيح الكهربائية في الدوائر الكهربائية التالية متماثلة. وضح في أي منها يكون توهج المصباح أو المصباحين ضعيفاً:



10- في الشكل المجاور، ربط سلك غليظ بين طرفي المصباح الثاني (بين النقطتين b و c). نلاحظ:



a- إنطفاء المصباح الثاني ذو المقاومة (R_2) مع زيادة توهج المصباح الأول ذو المقاومة (R_1).

b- إنطفاء المصباح الأول ذو المقاومة (R_1) مع زيادة توهج المصباح الثاني ذو المقاومة (R_2)

c- لا يتغير توهج أي من المصباحين (R_1) و (R_2).

d- إنطفاء كل من المصباحين (R_1) و (R_2).

س2	يراد قياس التيار الكهربائي المنساب في حمل بأستعمال جهاز الأميتر. هل يربط الأميتر في هذه الدائرة على التوالي أم على التوازي مع ذلك الحمل ؟ وضح ذلك.

س3	لماذا يفضل ربط المصابيح والأجهزة الكهربائية في الدوائر الكهربائية في المنازل على التوازي؟

المسائل

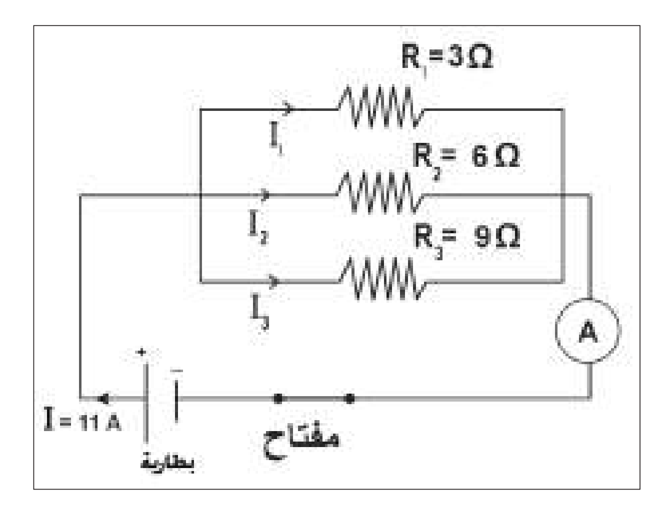
س1	ما مقدار التيار المنساب خلال مقطع عرضي في موصل تعبر خلاله شحنات كهربائية مقدارها $(9\mu C)$ في زمن قدره $(3\mu s)$ ؟ ج: 3A

س2	من ملاحظة الشكل المجاور إحسب:

1- مقدار المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات المربوطة في الدائرة الكهربائية.

2- فرق الجهد على طرفي كل مقاومة.

3- مقدار التيارالمنساب في كل مقاومة.



ج:

$1-\ R_{eq} = 1.6\Omega$

$2-\ V_1 = V_2 = V_3 = 18V$

$3-\ I_1 = 6A$

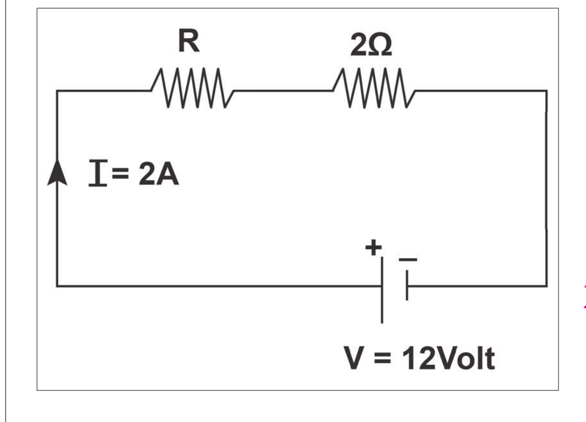
$I_2 = 3A$

$I_3 = 2A$

س3	المقاومتان (2Ω و R) ربطتا على التوالي مع بعضهما ثم ربطتا على طرفي مصدر فرق جهده الكهربائي $(12V)$ فإنساب تيار كهربائي في الدائرة قدره $(2A)$. إحسب مقدار:

1- المقاومة المجهولة R.

2- فرق الجهد الكهربائي على طرفي كل مقاومة.



ج:

$1-\ R = 4\Omega$

$2-\ V_2 = 4V$ فرق الجهد على طرفي المقاومة 2Ω

$V_R = 8V$ فرق الجهد على طرفي المقاومة R



الفصل الرابع 4

البطارية والقوة الدافعة الكهربائية
The Battery and Electromotive Force

مفردات الفصل





4-1 مقدمة

4-2 تصنيف البطاريات

4-2-1 البطارية الاولية

4-2-2 البطارية الثانوية

4-2-3 بطارية الوقود

4-3 القوة الدافعة الكهربائية

الأهداف السلوكية

بعد دراسة هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يُعرف الخلية البسيطة.
- يوضح كيف تعمل الخلية الكلفانية البسيطة.
- يشرح مكونات الخلية الجافة (كاربون – خارصين).
- يميز بين البطارية الثانوية وبطارية السيارة.
- يفسر سبب كون مقدار فولطية المصدر الشاحن اكبر بقليل من مقدار القوة الدافعة الكهربائية للبطارية.
- يوضح عمل بطارية (أيون – الليثيوم).
- يشرح مكونات خلية وقود الهيدروجين.
- يعدد مميزات بطارية وقود الهيدروجين.

المصطلحات العلمية	
بطارية	Battery
البطارية الاولية	Primary battery
الخلية الكلفانية البسيطة	The Simple Gelvano cell
الخلية الجافة	Dry cell
البطارية الثانوية	Secondary battery
بطارية (أيون – الليثيوم)	(Lithium – Ion) Battery
خلية وقود الهيدروجين	Hydrogen Fuel cell
القوة الدافعة الكهربائية	Electromotive force (emf)

1-4 مقدمة Introduction

البطارية هي مصدر لإنتاج الطاقة الكهربائية عن طريق التفاعل الكيميائي. تتكون البطارية من خلية كهربائية واحدة أو أكثر، وتحتوي الخلية الواحدة على مواد كيميائية ومكونات تمكنها من توليد التيار الكهربائي، اخترعها العالم الإيطالي أليساندو فولطا.

تُصنع البطاريات في أحجام مختلفة، فمثلاً البطاريات الصغيرة المستعملة في الساعات اليدوية الكهربائية، أما البطاريات الضخمة التي تغذي الغواصات بالطاقة فتصل كتلتها حوالي (910 kg). والمنتجون يصنعون أغلب البطاريات في أحجام قياسية محددة، لاحظ الشكل (1).



شكل (1) بطاريات ذوات أحجام وفولطيات مختلفة

نشاط (1) كيف تعمل بطارية من الليمون

أدوات النشاط: مقياس للتيار الكهربائي (ملي أميتر)، مسمار مغلون ، قطعة من النحاس ، حبة ليمون حامض ، أسلاك توصيل.

الخطوات:

- نغرس مسمار مغلون (سبيكة حديد وخارصين) وقطعة من النحاس، في الليمون كما في شكل (2).
- يعمل النحاس كقطب كهربائي موجب والمسمار المغلون كقطب كهربائي سالب، يؤدي إلى توليد فرق جهد بين القطبين.
- نوصل القطبين بسلكي توصيل إلى طرفي مقياس للتيار الكهربائي (ملي أميتر) نلاحظ إنحراف مؤشر المقياس وهذا دلالة على إنسياب تيار كهربائي في الدائرة الخارجية نتيجة إنطلاق الالكترونات من المسمار بتأثير المحلول الحامضي متجهة نحو النحاس.



شكل (2) يوضح عمل بطارية الليمون

نشاط (2) كيفية تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية

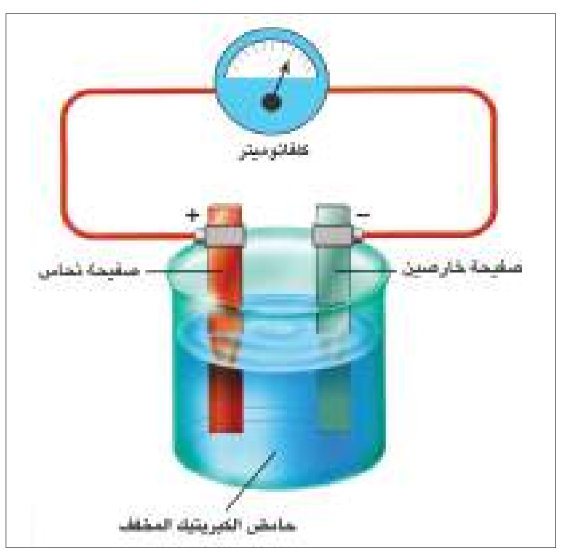
أدوات النشاط: صفيحة من النحاس، صفيحة من الخارصين (الزنك)، وعاء من الزجاج يحتوي على حامض الكبريتيك المخفف، كلفانوميتر حساس، أسلاك توصيل.

الخطوات:

- نضع صفيحتا النحاس والخارصين داخل وعاء الزجاج الحاوي على حامض الكبريتيك المخفف.
- نصل الصفيحتين بسلكي توصيل الى طرفي جهاز الكلفانوميتر كما في الشكل (3).
- نلاحظ إنحراف مؤشر الكلفانوميتر، دلالة على إنسياب تيار كهربائي في الدائرة.
- يدعى هذا الجهاز باسم الخلية الكهربائية البسيطة.

الاستنتاج:

الخلية الكهربائية البسيطة عبارة عن صفيحتين من معدنين مختلفين (مثل النحاس والخارصين)، يتولد بين الصفيحتين المعدنيتين فرق جهد كهربائي يقدر حوالي فولطاً واحداً، إذ إن جهد النحاس أكبر من جهد الخارصين. ونتيجة لذلك تتولد طاقة كافية تسمح بإنسياب تيار كهربائي عند ربطها بدائرة خارجية.



شكل (3) الخلية البسيطة

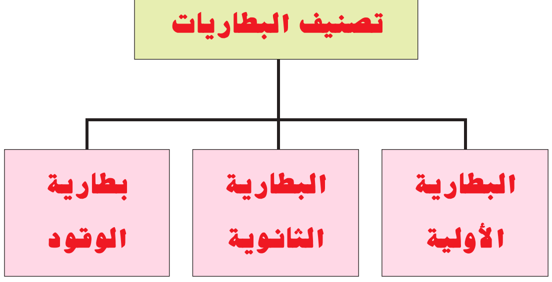
هل تعلم

1- جهاز الكلفانوميتر يرمز له (G) يتحسس بالتيارات الكهربائية صغيرة المقدار جداً (μA) وينعكس إتجاه إنحراف مؤشر الكلفانوميتر بانعكاس إتجاه التيار المنساب فيه.

2- جهاز الملي أميتر يرمز له (mA) يستعمل لقياس التيارات الكهربائية صغيرة المقدار (أجزاء الامبير).

2-4 تصنيف البطاريات Classiffication of Battries

هناك أنواع مختلفة من البطاريات تُحدد أنواعها حسب المواد الكيميائية الداخلة في تركيبها مثل البطاريات ذوات الوسط السائل (كبطارية السيارة) والبطاريات ذوات الوسط الصلب مثل المساحيق أو المعاجين (كالخلايا الجافة) والبطاريات ذوات الوسط الغازي (كبطارية الوقود) او تصنف بحسب امكانية شحنها، وكذلك يمكن تصنيفها إلى أنواع ثلاثة هي:



4 – 2 – 1 البطارية الأولية

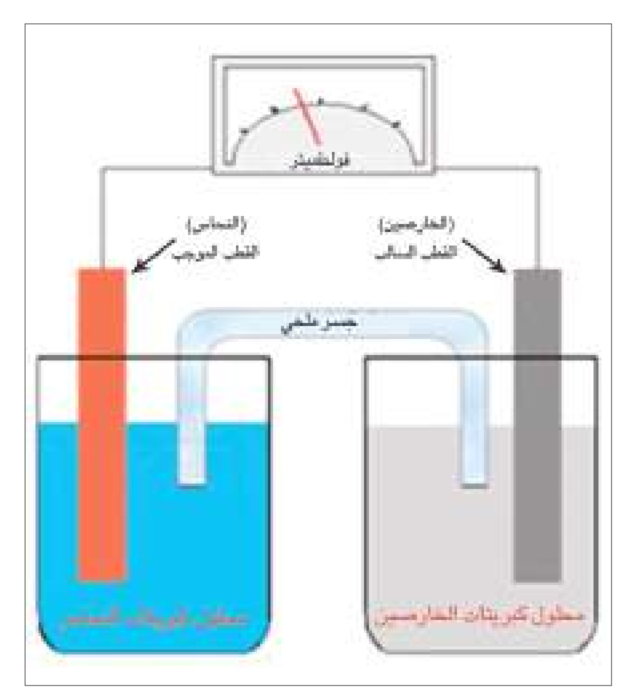
هي نوع من الخلايا البسيطة، وبعض الخلايا الجافة يتوقف عملها وينتهي مفعولها بعد إستهلاك احد المواد الكيميائية المكونة لها، ولا يمكن إعادة شحنها، لذا يتطلب التخلص منها لاحظ الشكل (4). ومن امثلتها الخلية الكلفانية البسيطة والخلية الجافة (كاربون – خارصين).



شكل (4) يمثل الخلية الأولية التي لا يمكن شحنها

الخلية الكلفانية البسيطة The Simple Gelvano Cell:

تتكون الخلية الكلفانية من نصفي خليتين، يغمر في كل واحدة منها لوح معدني، أحدهما من الخارصين (Zn) والأخر من النحاس (Cu). لاحظ الشكل (5) ويغمر كل منهما في محلول لأحد أملاحه [لوح الخارصين يغمر في محلول كبريتات الخارصين ($ZnSO_4$) ولوح النحاس يغمر في محلول كبريتات النحاس ($CuSO_4$)]. والذي يحصل داخل هذه الخلية هو ان ذرات المعدن تترك الالكترونات على اللوح وتدخل المحلول على هيئة آيونات موجبة الشحنة. إن تراكم الالكترونات على لوح الخارصين (القطب السالب) يكون أكبر من تراكمها على لوح النحاس (القطب الموجب) وهذا النظام سمي باسم المخترع الأول دانيال فتسمى تلك الخلية خلية دانيال.



شكل (5) يوضح الخلية الكلفانية البسيطة

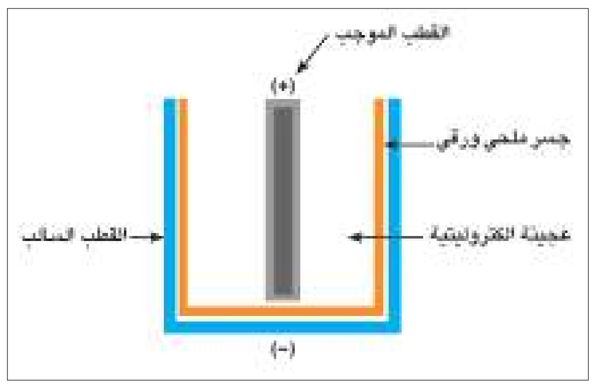
هل تعلم

ان الجسر الملحي في الخلية الكلفانية البسيطة يربط محلولي الأناءين بشكل غير مباشر وكذلك يساعد على هجرة الايونات الموجبة والسالبة.

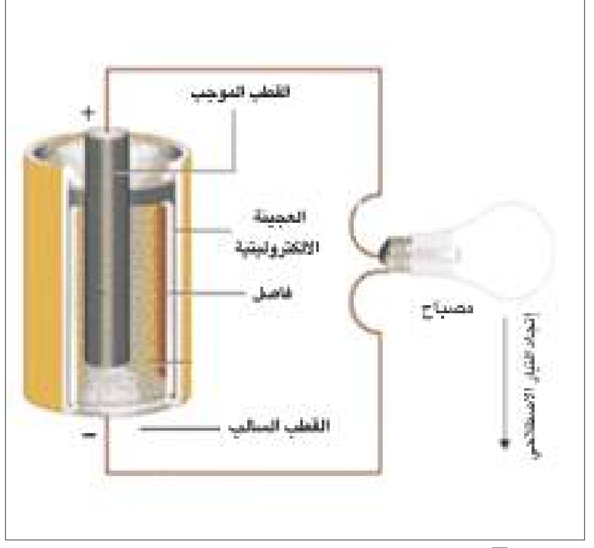
الخلية الجافة (كاربون – خارصين) Dry Cell:

هي خلية ذات وسط جاف تتركب من وعاء من الخارصين يعمل كقطب سالب. في وسطه عمود من الكاربون يعمل كقطب موجب محاط بعجينة الكتروليتية (تتكون من كلوريد الأمونيوم وكلوريد الخارصين والماء وثنائي أوكسيد المنغنيز ومسحوق الكاربون) وتغلف فتحة الوعاء العليا بمادة عازلة لحفظها. لاحظ الشكل (6). ونتيجة لحدوث تفاعل كيميائي يتولد فرق جهد بين طرفي الخلية مقداره (1.5V) عندها ينساب تيار كهربائي عند ربط طرفيها بحمل خارجي مناسب. كما موضح في الشكل (7).

لخلايا (الكاربون ـ خارصين). أستعمالات عدة منها كشّافات الضوء اليدوية، ووحدة توليد النبضات الكهربائية لأجهزة السيطرة عن بعد (remote control) وفي آلآت التصوير، ولعب الأطفال الكهربائية.



شكل (6) يوضح مخطط أجزاء الخلية الجافة (كربون – خارصين)



شكل (7) يوضح مقطع طولي تفصيلي للأجزاء المكونة لخلية (كاربون – خارصين)

4-2-2 البطارية الثانوية

هي نوع من البطاريات الكهربائية، التي يمكن إعادة شحنها، وأثناء عملها تتفاعل المواد الكيميائية التي تحتويها فتتحول الطاقة الكيميائية المخزونة فيها إلى طاقة كهربائية. ولإعادة شحنها يتطلب إمرار تيار كهربائي في الاتجاه المعاكس لتيار التفريغ وذلك لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية تخزن في البطارية. ومن أمثلتها بطارية السيارة وبطارية (أيون – الليثيوم) التي تستعمل في الأجهزة الالكترونية (مثل الحاسبة).

هل تعلم

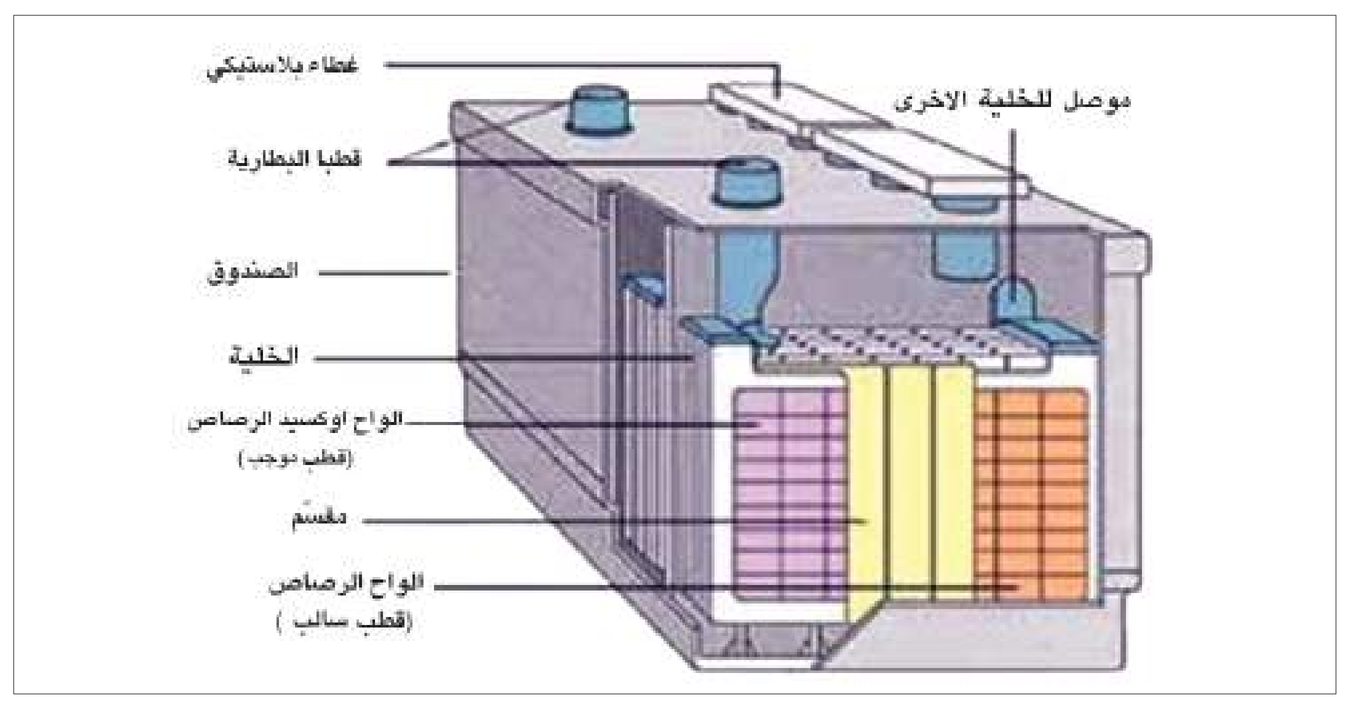
إن سحب كمية عالية من التيار في فترة زمنية قصيرة يقصّر عمر الخلية. لذلك يفضل إستعمالها لتجهيز تيارات صغيرة المقدار وبصورة متقطعة. كما إن خزنها لفترة طويلة يقلل من كفاءتها.

بطارية السيارة :

هي نوع من البطاريات الكهربائية التي يمكن إعادة شحنها. تعمل على بدء تشغيل محرك السيارة. الشكل (8) يوضح الشكل الخارجي للبطارية. التي تتركب من وعاء مصنوع من البلاستيك أو المطاط الصلب، وتحتوي على (3 -6) خلايا وكل واحدة منها تتركب من صفائح يحيط بها محلول الكتروليتي (يتكون من حامض الكبريتيك وماء مقطر). كثافته النسبية (1.3) عندما تكون تامة الشحن.لاحظ الشكل (9).



شكل (8) بطارية السيارة



شكل (9) يوضح مكونات بطارية (رصاص – حامض)

تذكر

بطارية السيارة تعطي تياراً كهربائياً عالياً، لذا يجب ربطها باسلاك توصيل غليظة.

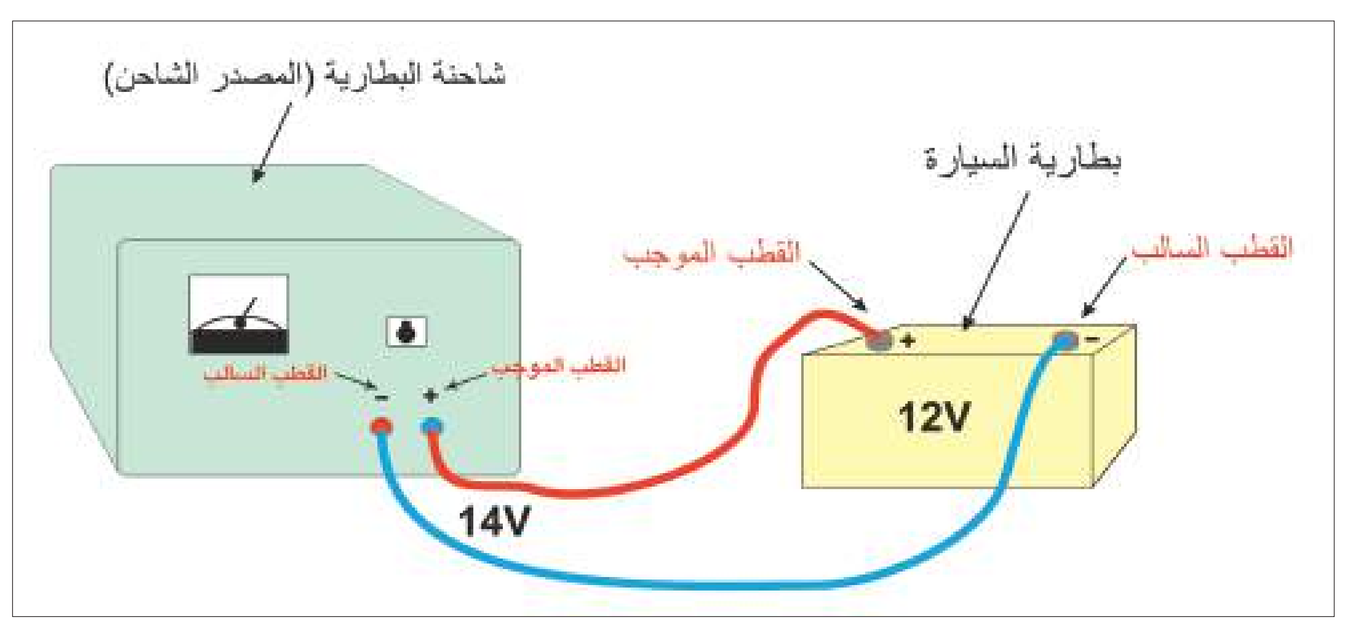
إن كل خلية من خلايا الرصاص الحامضية تولد فرق جهد قدره (2V)، لذلك فبطارية السيارة المكونة من (6) خلايا مربوطة مع بعضها على التوالي تعطي (12V) عندما تكون تامة الشحن. وتتركب بطارية الرصاص من ألواح الرصاص (Pb) متبادلة مع ألواح أوكسيد الرصاص (PbO_2) وكلاهما مغمور في محلول حامض الكبريتيك لاحظ الشكل (9). ويتفاعل هذا النظام تفاعلا كيميائياً وينشأ عنه فرق جهد بين ألواح الرصاص (قطب سالب) وألواح أوكسيد الرصاص (قطب موجب) وينساب تيار كهربائي عند ربط قطبي البطارية بالدائرة الكهربائية للسيارة بعد غلقها.

شحن البطارية :

1- نربط البطارية بمصدر تيار مستمر (شاحنة) ونصل القطب الموجب للمصدر الشاحن مع القطب الموجب للبطارية ونصل القطب السالب للمصدر الشاحن مع القطب السالب للبطارية المراد شحنها كما موضح في الشكل(10).

2- أن مقدار القوة الدافعة الكهربائية (emf) لبطارية السيارة (12V)، وعند شحنها بمصدر شاحن يجب أن يكون مقدار فولطية المصدر الشاحن اكبر بقليل من مقدار القوة الدافعة الكهربائية للبطارية (حوالي 14V)، اخذين بنظر الاعتبار الجهد الضائع في المقاومة الداخلية للبطارية وأسلاك التوصيل.

3- ترفع الأغطية البلاستيكية للبطارية في أثناء عملية شحن البطارية للتخلص من الغازات المتولدة نتيجة التفاعلات الكيميائية التي تحصل داخلها.



شكل (10) يوضح طريقة الربط عند شحن بطارية السيارة

العناية ببطارية السيارة:

1- تجنب سحب تيار عالي من بطارية السيارة ولفترة زمنية طويلة نسبياً لان ذلك يؤدي إلى توليد كمية كبيرة من الحرارة تتسبب في تلف البطارية.

2- أن يكون مستوى المحلول ألحامضي (الإلكتروليت) دائما أعلى من مستوى صفائح البطارية بقليل، وفي حالة نقصان المحلول نتيجة التبخر عند الاستعمال يضاف إليه ماء مقطر مع التأكد من ثبوت الكثافة النسبية لمحلول البطارية (1.3) تقريباً.

3- عدم ترك البطارية الحامضية لمدة طويلة من غير إستعمالها. لان ذلك يؤدي إلى تكون طبقة عازلة من الكبريتات على الواحها.

بطارية (أيون – الليثيوم) Lithium-Ion Battery:

مع تقدم الأجهزة التقنية مثل الكمبيوتر (الحاسوب) النقال وأجهزة الموبايل (الجوال) وأجهزة تشغيل الموسيقى (MP3) والكاميرات. إزداد اعتمادنا على البطاريات أكثر وخصوصاً تلك التي يعاد شحنها مرات عديدة دون إن تضعف أو تستهلك.

هذه البطاريات هي بطاريات (أيون – الليثيوم) والتي تكون بأشكال وأحجام البطاريات الجافة الاعتيادية، لاحظ الشكل (11).

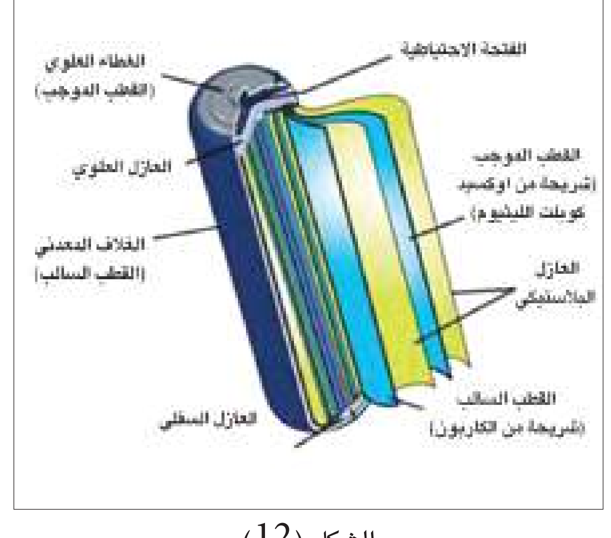


الشكل (11)

إن بطارية (أيون – الليثيوم) تحاط بغلاف متين خاص يتحمل الضغط العالي والحرارة المتولدة داخلها. ويحتوي الغلاف على صمام أمان للحماية.

وغلاف هذه البطارية يحتوي في داخله على ثلاثة شرائح رقيقة ملفوفة بشكل لولبي كما موضحة في الشكل (12)، وهذه الشرائح تمثل:

1– القطب الموجب (مصنوع من أوكسيد كوبلت الليثيوم).
2– العازل.
3– القطب السالب (مصنوع من الكاربون).



الشكل (12)

الشرائح الثلاث تكون مغمورة في محلول الكتروليتي (وفي الأغلب هو الأيثر). أما شريحة العازل الرقيقة فهي تصنع من مادة لدنة (البلاستك) عادة تعمل على عزل القطب الموجب عن القطب السالب بينما تسمح للأيونات بالمرور من خلالها. تستطيع بطاريات (أيون–الليثيوم) من الإحتفاظ بالشحنة الكهربائية أكثر من أية بطارية مشابهة، فمثلا تفقد بطارية (أيون – الليثيوم) (5%) من شحنتها في الشهر في حالة عدم استعمالها بالمقارنة مع البطاريات الجافة الأخرى والتي تفقد (20%) من شحنتها في الشهر (في حالة عدم استعمالها).

4 - 2 - 3 بطارية الوقود

وهي خلية قادرة على توليد التيار الكهربائي باعتمادها على الوقود (مواد كيميائية) الذي يجهز من مصدر خارجي ولا ينتهي مفعولها فهي تعمل باستمرار عند تجهيزها بالوقود. ومن أمثلتها بطارية وقود الهيدروجين.

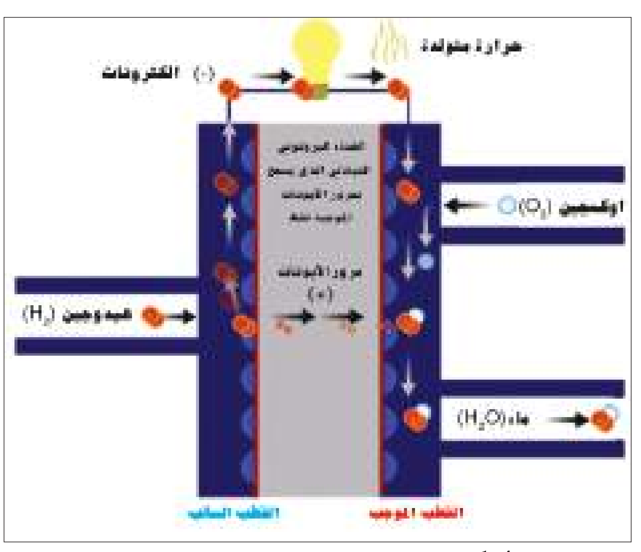
خلية وقود الهيدروجين Hydrogen Fuel cell :

إن خلية وقود الهيدروجين تعمل على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية (فهي تستند في عملها على أساس التفاعلات الكيميائية). ويتم تخزين الهيدروجين عادة بشكل سائل في أوعية خاصة. لاحظ الشكل (13).



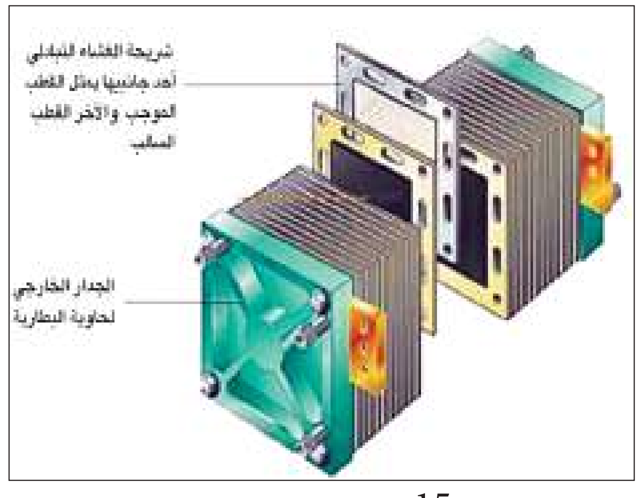
شكل (13) جهاز كمبيوتر دفتري يحصل على الطاقة الكهربائية من بطارية وقود الهيدروجين

أثناء عمل خلية الوقود يتم تحويل غاز الهيدروجين وغاز الأوكسجين المأخوذ من الجو إلى ماء وطاقة كهربائية. لاحظ الشكل (14) الذي يبين آلية التفاعل لإنتاج الطاقة الكهربائية.



شكل (14) يوضح الية عمل خلية وقود الهيدروجين

إن بطارية الوقود (خلايا الوقود) هي عبارة عن شرائح رقيقة تولد كل خلية منها فرق جهد كهربائي قدره فولطاً واحداً وكلما ازداد عدد الشرائح الموصولة بعضها مع بعض على التوالي ازداد فرق الجهد الخارج منها لاحظ الشكل (15).



شكل (15) يوضح مكونات خلية الوقود

وتستعمل بطارية الوقود في كثير من التطبيقات الحديثة منها في تشغيل الحاسوب وفي تسيير المركبات الحديثة لاحظ الشكل(16).



شكل (16) محطة تزويد وقود الهيدروجين

تمتاز بطارية وقود الهيدروجين بما يأتي:

1- عدم حصول تلوث للبيئة أو استهلاك لمصادر الوقود التقليدية والتي تؤثر في صحة الانسان لان الهيدروجين ينتج من الماء بالاكسدة ويعود الى ماء مرة اخرى.

2- ان تكنولوجيا الهيدروجين لا تحتوي على أية عناصر تتسبب في أخطار ممكنة فهي آمنة عند استعمالها.

3- كفاءة تشغيلها عالية جدا، فهي تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية بشكل مباشر، ولهذا لا يحصل أي فقدان للطاقة.

4- عمرها طويل بالمقارنة مع بقية انواع البطاريات.

3-4 القوة الدافعة الكهربائية Electromotive Force (emf)

إن فرق الجهد الكهربائي بين القطب السالب والقطب الموجب لأي بطارية عندما تكون الدائرة الكهربائية مفتوحة يسمى بالقوة الدافعة الكهربائية (emf)، لاحظ الشكل (17).

القوة الدافعة الكهربائية (emf)

بطارية

القطب السالب

القطب الموجب

شكل (17) فرق الجهد بين القطب الموجب والقطب السالب يسمى بالقوة الدافعة الكهربائية في الدائرة المفتوحة

لكي تتحرك الإلكترونات في الدائرة الكهربائية الخارجية لابد أن تزوّد هذه الالكترونات بطاقة تكتسبها من البطارية.

وان مقدار الطاقة التي تزودها البطارية لوحدة الشحنة الكهربائية هي (emf) للبطارية.

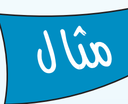
ووحدة قياس القوة الدافعة الكهربائية (emf) هي $\left(\frac{Joule}{Coulomb}\right)$ وتساوي (volt)، أما الجهاز المستعمل لقياسها فهو الفولطميتر. لاحظ الشكل (18).



الشكل (18)

فكر

ماذا نعني أن القوة الدافعة الكهربائية لبطارية (emf = 1.5 volt)



انسابت كمية من الشحنات الكهربائية (q) مقدارها (10C) خلال بطارية فاكتسبت طاقة (W) مقدارها (20 J). إحسب مقدار القوة الدافعة الكهربائية (emf) (أي الطاقة التي يكتسبها الكولوم الواحد):

الحل:

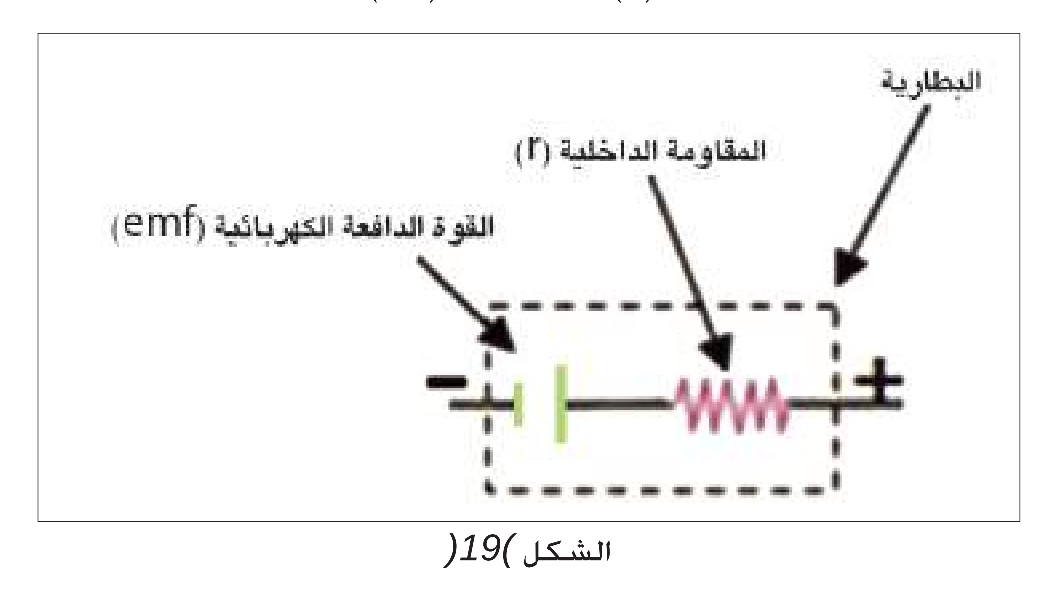
$$\text{القوة الدافعة الكهربائية} = \frac{\text{الطاقة المكتسبة}}{\text{كمية الشحنة}}$$

$$emf\,(V) = \frac{W\ (Joule)}{q\ (Coulomb)}$$

$$\text{القوة الدافعة الكهربائية}\quad emf\,(V) = \frac{20}{10} = 2\ V$$

المقاومة الداخلية للبطارية

إن الإعاقة التي تبديها مادة الوسط (المركبات الكيميائية) داخل البطارية لحركة الشحنات الكهربائية خلالها تسمى بالمقاومة الداخلية للبطارية ويرمز لها (r)، لاحظ الشكل (19).



الشكل (19)

أسئلة الفصل الرابع

س1	إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- وحدة قياس القوة الدافعة الكهربائية (emf) هي الفولط (V) وتساوي:

a- $\frac{A}{C}$ b- $\frac{J}{C}$ c- $\frac{C}{s}$ d- $\frac{C}{J}$

2- الخلية الكلفانية البسيطة هي:

a- بطارية أولية

b- بطارية ثانوية

c- بطارية وقود

d- بطارية قابلة للشحن.

3- بطارية السيارة ذات فولطية (12V) تتكون من ست خلايا مربوطة مع بعضها:

a- جميعهاعلى التوالي

b- جميعهاعلى التوازي

c- ثلاث خلايا على التوالي والثلاث الأخرى على التوازي

d- خليتان على التوالي وأربعة على التوازي

4- في بطارية(أيون- الليثيوم) تعمل شريحة العازل بين قطبيها على:

a- السماح للأيونات المرور من خلالها.

b- السماح للمحلول الإلكتروليتي المرور من خلالها.

c- السماح للأيونات والمحلول الألكتروليتي المرور خلالها.

d- لاتسمح للأيونات والمحلول الالكتروليتي المرور خلالها.

5- عند شحن بطارية السيارة بمصدر شاحن فأن مقدار:

a- فولطية المصدر أكبر قليلاً من مقدار القوة الدافعة الكهربائية (emf) للبطارية.

b- فولطية المصدرأصغر من مقدار القوة الدافعة الكهربائية (emf) للبطارية.

c- فولطية المصدر تساوي مقدار القوة الدافعة الكهربائية (emf) للبطارية.

d- فولطية المصدرأكبر كثيراً من مقدار القوة الدافعة الكهربائية(emf) للبطارية.

6- خلية وقود الهيدروجين تعمل على تحويل:

a- الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية.

b- الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

c- الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية.

d- الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية.

س2	ما البطارية الثانوية ؟ اذكر مثال لها.
س3	ما نوع الطاقة المخزونة في البطارية الثانوية ؟
س4	وضح بالرسم عملية شحن بطارية السيارة.
س5	ما هي الإجراءات اللآزم إتخاذها للعناية ببطارية السيارة وإدامتها ؟
س6	أذكر أربعة أجهزة تستعمل فيها البطارية الجافة ؟
س7	ما هي مزايا خلية وقود الهيدروجين ؟
س8	ما مكونات كل من:

a- الخلية الجافة؟

b- بطارية (أيون- الليثيوم) ؟

المسائل

س1	أحسب مقدار الشغل المبذول على شحنة متحركة مقدارها (2C) في دائرة كهربائية تحتوي على بطارية قوتها الدافعة الكهربائية (emf) تساوي (1.5V). ج: 3 J
س2	مقدار القوة الدافعة الكهربائية (emf) لبطارية (12V) ومقدار الشغل الذي تزوده البطارية لتحريك الشحنة (q) (120 J)، إحسب مقدار الشحنة (q) المتحركة. ج: 10 C



الفصل الخامس 5

الطاقة والقدرة الكهربائية

Energy and Electrical Power

مفردات الفصل





1-5 القدرة الكهربائية.

2-5 الطاقة الكهربائية وكيفية حسابها.

3-5 الكهرباء في بيوتنا.

4-5 الدوائر المؤرضة.

5-5 تَجنُب الصعقة الكهربائية.

الأهداف السلوكية

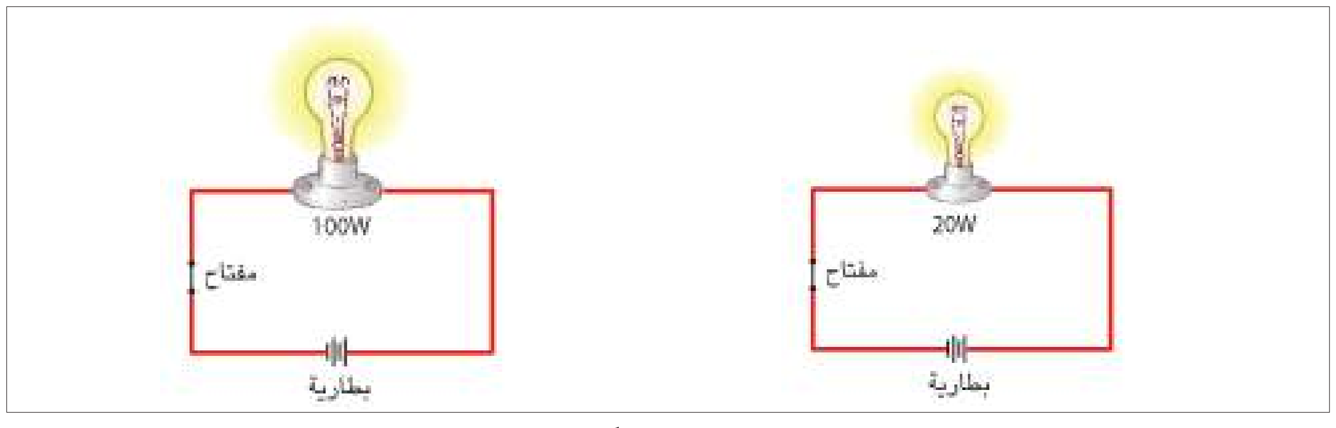
بعد دراسة هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يعرف القدرة الكهربائية المستهلكة في الجهاز.
- يوضح الفرق بين اضاءة مصباح قدرته 20W واضاءة مصباح آخر قدرته 100W.
- يُعبر عن علاقة القدرة الكهربائية بالطاقة الكهربائية وبالزمن بصيغة رياضية.
- يستخدم قانون كلفة الطاقة الكهربائية المستثمرة في حساب الثمن الذي ندفعه عند استعمال جهاز ما لفترة زمنية معينة.
- يعدد أجزاء القابس ذو الفاصم.
- يعلل ربط الفاصم في دائرة السلك الحي قبل دخول التيار الكهربائي في الجهاز.
- يوضح أهمية تأريض الاجهزة الكهربائية ذات الغلاف المعدني.
- يبين أهمية الترشيد في استعمال الطاقة الكهربائية.

المصطلحات العلمية	
الطاقة الكهربائية	Electrical energy
القدرة	Power
سلك التاريض	Earth Wire
السلك الحي	Live wire
السلك المتعادل	Neutral wire
التوصيل بالارض (التأريض)	Earthing connection
القابس الكهربائي	Plug

1-5 القدرة الكهربائية Electrical power

لماذا يعطي المصباح ذي القدرة (100W) اضاءة اكبرمن المصباح المماثل له ذي القدرة 20W ؟، وماذا تعني هذه الارقام؟. لاحظ شكل (1).



الشكل (1)

عند تشغيل أي جهاز أو أداة كهربائية فانه يستهلك مقداراً معيناً من الطاقة الكهربائية ويحولها الى نوع آخر من أنواع الطاقة، مثلاً إلى طاقة حركية (كما في المحركات) أو إلى طاقة حرارية (كما في المدافىء الكهربائية) أو إلى طاقة ضوئية (كما في المصابيح الكهربائية) وغيرها من أنواع الطاقة.

ويمكن ان تعرف القدرة الكهربائية المستهلكة في الجهاز بانها:

مقدار الطاقة التي يستهلكها (او يستثمرها) الجهاز الكهربائي في وحدة الزمن.

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الطاقة}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{Power} = \frac{\text{Energy}}{\text{Time}}$$

وتقاس القدرة بوحدات ($\frac{\text{جول}}{\text{ثانية}}$) وهي (واط):

$$\text{Watt} = \frac{\text{Joule}}{\text{Second}}$$

فالمصباح الذي قدرته (20W) يستهلك في (1s) طاقة مقدارها (20J)، اما المصباح الذي قدرته (100W) فيستهلك في (1s) طاقة مقدارها (100J)، لذا تكون له اضاءة اكبر من اضاءة المصباح الذي قدرته (20W).

تذكر

- الطاقة الكهربائية = القدرة الكهربائية × الزمن
- الأجهزة الكهربائية في المنازل توصل مع بعضها على التوازي.

القدرة الكهربائية لجهاز ما تعتمد على مقدار التيار المنساب في ذلك الجهاز وفرق الجهد بين طرفيه:

القدرة الكهربائية = التيار × فرق الجهد

Power (P) = Current (I) × Potential difference (V)

$$P = I \times V \quad \ldots\ldots (1)$$

فاذا كان مقدار التيار المنساب في الجهاز يساوي (1A) ومقدار فرق الجهد بين طرفيه (1V) عندها تكون القدرة المستثمرة في الجهاز تساوي (1W)

1 Watt = 1 Ampere × 1 Volt

وبتطبيق قانون أوم $[R = \frac{V}{I}]$ نحصل على:

$$P = I \times V$$

$$P = I \times (I\,R)$$

$$P = I^2 \times R \quad \ldots\ldots (2)$$

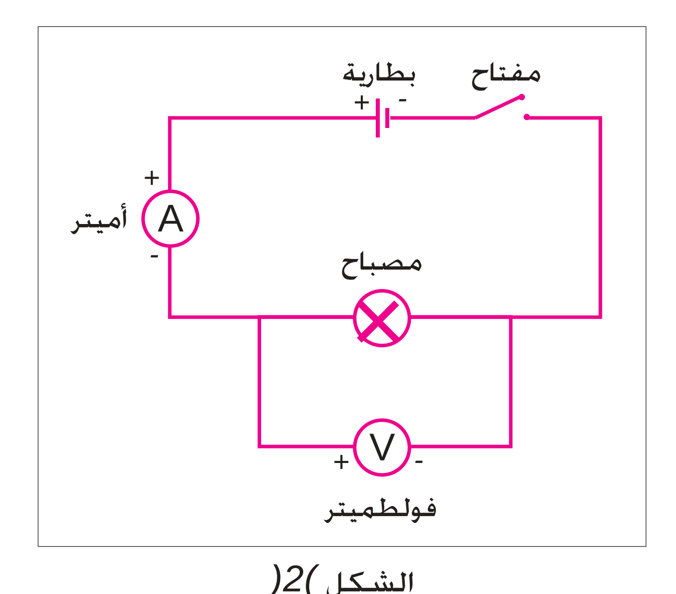
$$P = I \times V$$

$$P = \left(\frac{V}{R}\right) \times V$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad \ldots\ldots (3)$$

نشاط	حساب القدرة الكهربائية

ادوات النشاط: مصباح كهربائي يعمل بفولطية (6V) وبقدرة (2.5W)، بطارية فولطيتها (6V) ، فولطميتر ، أميتر ، مفتاح كهربائي ، اسلاك توصيل.



الشكل (2)

الخطوات:

1. نربط الاجهزة في الدائرة الكهربائية كما في الشكل (2).
2. نغلق مفتاح الدائرة الكهربائية ونسجل قراءة الاميتر (مقدار تيار الدائرة). ثم نسجل قراءة الفولطميتر (مقدار فرق الجهد على طرفي المصباح). أخيراً نحسب القدرة بتطبيق العلاقة الاتية:

القدرة المستثمرة = التيار (قراءة الاميتر) × فرق الجهد (قراءة الفولطميتر)

$$P = I \times V$$

مثال

في الشكل المجاور مدفأة كهربائية سلطت عليها فولطية مقدارها (220V) وكانت مقاومة أحد اسلاك التسخين الثلاثة (88Ω) إحسب مقدار:

1. القدرة المستهلكة في أحد اسلاك التسخين.
2. التيار المنساب في أحد اسلاك التسخين.

الحل:

1-
$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$P = \frac{(220)^2}{88} = 550\ W$$ القدرة المستهلكة

2-
$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{220}{88} = 2.5\ A$$ مقدار التيار المنساب

للقدرة الكهربائية تطبيقات كثيرة في حياتنا اليومية حيث تستثمر في المنازل والمصانع والمحال التجارية والمستشفيات لغرض الاضاءة والتدفئة والتبريد وتشغيل الاجهزة الكهربائية. لاحظ الشكل (3).





الشكل)3(

نشاط | التعرف على القدرة والفولطية لبعض الاجهزة الكهربائية المنزلية

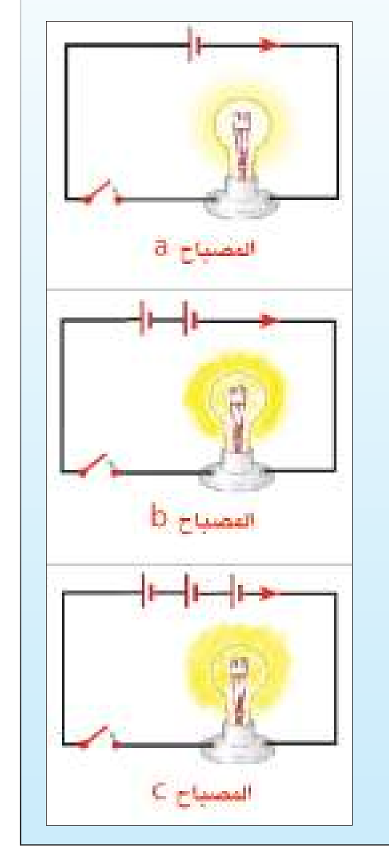
من البيانات الموضحة على الاجهزة المنزلية(الفولطية والقدرة الكهربائية) إحسب مقدار التيار الذي يحتاجه كل جهاز عند اشتغاله ثم احسب مقدار التيار الكلي؟ لاحظ الجدول التالي.

أسم الجهاز	قدرة الجهاز P)w(	فولطية الجهاز V)v(	تيار الجهاز)I=P/V(A
مدفئة زيتية كهربائية	1600W	220V	
مكواة كهربائية	1000W	220V	

أسم الجهاز	قدرة الجهاز	فولطية الجهاز	تيار الجهاز $(I=P/V)$
غسالة كهربائية	500W	220V	
مصباح كهربائي	100W	220V	
مفرغة هواء كهربائية	200W	220V	

مثال

المصابيح (a ، b ، c) في الشكل المجاور متماثلة، بيّن أي من المصابيح يكون اكثر توهجاً (أكثر سطوعا) ؟ وايهما يستهلك قدرة اكبر؟

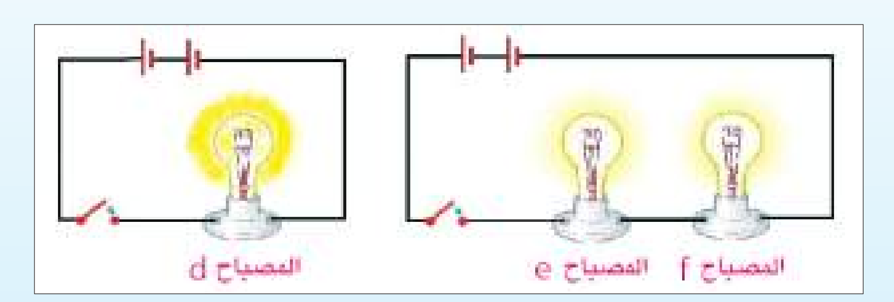


الجواب:

نلاحظ أن المصباح (c) أكثر سطوعا من المصباح (a) وكذلك من المصباح (b) بسبب زيادة عدد الأعمدة في دائرة المصباح (c) أي زيادة فرق الجهد الكهربائي عبر المصباح، وبالتالي يزداد مقدار التيار المنساب في المصباح (c).

القدرة المتحولة (من طاقة كهربائية إلى ضوئية) في المصباح (c) هي الأكبر ($P=\frac{V^2}{R}$).

مثال المصابيح المتماثلة (d ، e ، f) أي المصابيح يتوهج أكثر وأيهما تتحول عنده القدرة الأكبر.



الجواب :

المصباح (d) هو الأكثر سطوعاً (أكثر توهجاً) أما المصباحان (e ، f) فيكونان أقل توهجاً بسبب زيادة عدد المصابيح في الدائرة وهذا يؤدي إلى زيادة المقاومة المكافئة في الدائرة ونقصان مقدار التيار المنساب فيها.

المصباح (d) تتحول فيه (يستهلك) قدرة أكبر ($P=\frac{V^2}{R}$).

تذكر

- التيار المنساب في خويط المصباح هو الذي يؤثر في مقدار توهج المصباح.
- تيار الدائرة الكهربائية يتأثر بالعوامل التالية:

1. فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الدائرة.
2. عدد المصابيح المستعملة في الدائرة (مقاومة الدائرة) وطريقة ربطها.

سؤال: مصباحان الأول مكتوب عليه (60W) والثاني مكتوب عليه (30W) ربطا على التوازي مع بعضهما وربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فولطيتها مناسبة كما في الشكل (4)

أملا الفراغ في الجمل الآتية بالاشارات المناسبة > ، < ،=

1. مقاومة المصباح الاول .... مقاومة المصباح الثاني.
2. التيار المنساب في المصباح الأول .... التيار المنساب في المصباح الثاني.
3. اضاءة المصباح الأول .... اضاءة المصباح الثاني.
4. فرق الجهد بين طرفي المصباح الأول .... فرق الجهد بين طرفي المصباح الثاني.

60 W

30 W

الشكل (4)

2-5 الطاقة الكهربائية وكيفية حسابها


الشكل (5)

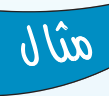
نستعمل في بيوتنا العديد من الاجهزة الكهربائية، كما تزودنا وزارة الكهرباء بالطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل هذه الاجهزة، فتعمل على نصب مقياس كهربائي في كل منزل لتسجيل مقدار الطاقة الكهربائية المستهلكة فيه ونستلم شهرياً قائمة تحوي ثمن الطاقة المستهلكة.

قياس مقدار الطاقة الكهربائية المستهلكة من قبل أي جهاز كهربائي خلال فترة زمنية معينة يتم بالعلاقة الآتية:

الطاقة الكهربائية المستثمرة (المستهلكة) (J) = القدرة الكهربائية (W) × الزمن (s)

Electrical Energy Consumption = Electric power × Time

$$E\,(Joules) = P(W) \times t\,(s)$$



إذا استعمل مجفف شعر لمدة (20 minutes) وكانت قدرة المجفف (1500W) إحسب مقدار الطاقة الكهربائية المستثمرة في المجفف ؟



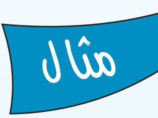
الحل:

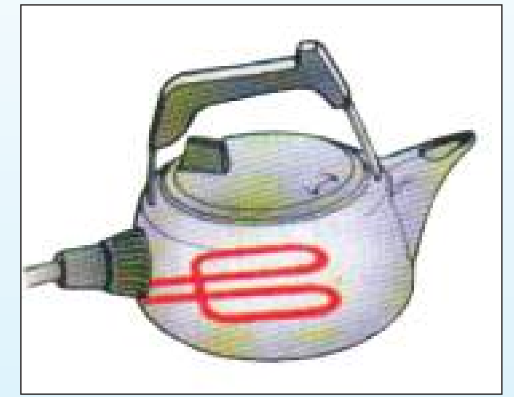
$t = 20 \times 60 = 1200s$

$E = P \times t$

$E = 1500(W) \times 1200(s) = 1800000(J)$

$E = 1800(kJ)$ مقدر الطاقة الكهربائية المستثمرة







أبريق شاي كهربائي يعمل على فرق جهد (220V) ينساب في ملف الإبريق تيارُ قدره (10A) إحسب مقدار:

1- قدرة الإبريق.

2- الطاقة الكهربائية المستثمرة (المستهلكة) خلال (20s) ؟

الحل:

1- $P = I \times V$

$P = 10 \times 220 = 2200W$ قدرة الابريق

2- $E = P \times t$

$E = 2200\ (W) \times 20\ (s)$

$E = 44000 (J)$

$E = 44 (kJ)$ مقدار الطاقة الكهربائية المستثمرة



علامَ يعتمد مقدار الطاقة الكهربائية المستهلكة أو المستثمرة ؟

يمكننا حساب الثمن الذي ندفعه بعد استعمالنا لجهاز ما لفترة زمنية معينة، إذا عرفنا ثمن الوحدة الكهربائية (kW-h) وذلك من العلاقة الاتية:

كلفة الطاقة الكهربائية المستثمرة = الطاقة الكهربائية (kW-h) × ثمن الوحدة بالدينار لكل (kW-h).

اي:

$$\text{Cost of Electricity} = \text{Electrical Energy Consumed} \times \text{Unit Price}$$

وبما أن الطاقة الكهربائية = القدرة الكهربائية × الزمن

$$E = P \times t$$

فتكون:

كلفة الطاقة الكهربائية المستثمرة = القدرة (kW) × الزمن (h) × ثمن الوحدة $\frac{\text{Dinar}}{\text{kW-h}}$

$$\text{Cost of Electricity} = \text{Power (kW)} \times \text{time (hour)} \times \text{unit price} \left(\frac{\text{Dinar}}{\text{kW-h}}\right)$$

مثال



أذا استعملت مكنسة كهربائية لمدة $(30\ minutes)$ وكانت المكنسة تستهلك قدرة $(1000W)$ وثمن الوحدة الواحدة $(100\ \frac{Dinar}{kW\text{-}h})$ فما هو المبلغ الواجب دفعه ؟

الحل:

$P = 1000 \div 1000 = 1kW$

$t = 30\ minutes = 0.5\ h$

ثمن الوحدة $Unit\ price = 100\ \frac{Dinar}{kW\text{-}h}$

كلفة الطاقة الكهربائية المستثمرة = القدرة (kW) × الزمن $(hour)$ × ثمن الوحدة $\frac{Dinar}{kW\text{-}h}$

$$Cost = P(kW) \times t\,(h)\,) \times unit\ price\ \frac{Dinar}{kW\text{-}h}$$

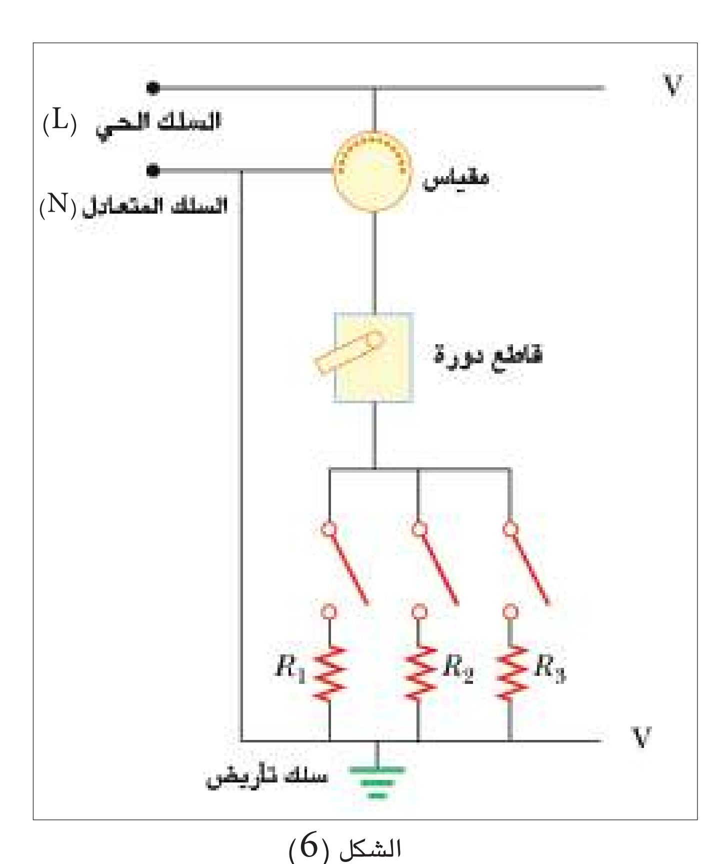
كلفة الطاقة الكهربائية المستثمرة

$$Cost = (1kW) \times (0.5\ h) \times 100\ (\frac{Dinar}{kW\text{-}h}) = 50\ Dinar$$

3-5 الكهرباء في بيوتنا

أصبحت الطاقة الكهربائية جزءاً اساساً من حياتنا اليومية ولا يمكننا الاستغناء عنها، ولكن هناك مخاطر للكهرباء يتوجب علينا تجنبها فالصعقة الكهربائية قد تكون شديدة وقد تؤدي إلى الموت، فكيف نستعمل الطاقة الكهربائية بشكل آمن في حياتنا. تزودنا مؤسسات انتاج الطاقة الكهربائية بالطاقة عن طريق سلكين يمر فيهما تيار متناوب فرق الجهد بينهما 220V.

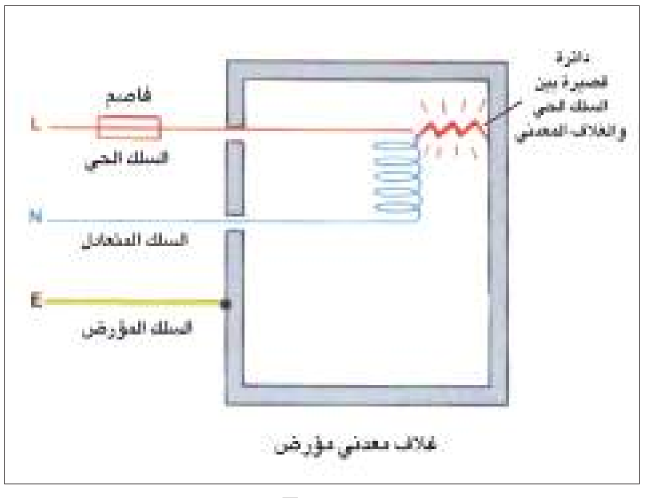
السلك الأول (L) جهده يساوي 220V يسمى السلك الحي (الحار) Live wire السلك الثاني (N) يدعى بالسلك المتعادل (البارد) (Neutral wire) يحمل التيار أيضاً ولكن لكونه مؤرضاً عند محطة القدرة فإن فولطيته ليست عالية كما في السلك الحي (L)، لاحظ الشكل (6).



الشكل (6)

السلك المؤرض (The Earth Wire):

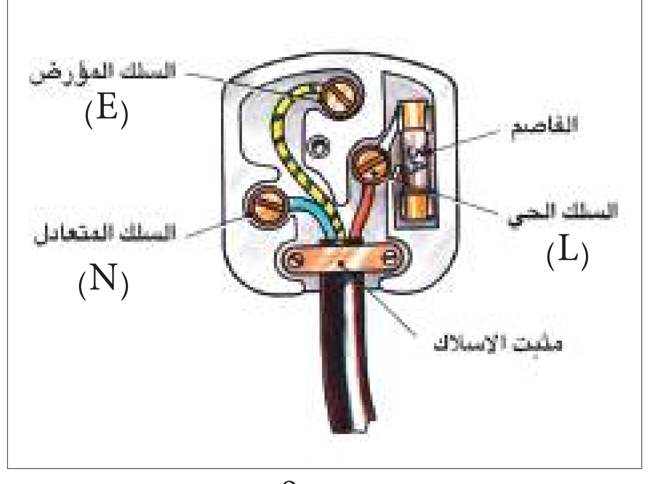
من ملاحظتك للشكل (7)، السلك المؤرض E متصل بالأرض، يستعمل للسلامة الكهربائية (سلك الأمان) ففي حالة حدوث أي خلل في الدائرة الكهربائية أو حدوث تماس بين السلك الحي والغلاف المعدني للجهاز. فسوف يؤدي إلى انسياب معظم التيار الكهربائي من السلك الحي إلى الارض من خلال السلك المؤرض. مما يقلل خطر الصعقة الكهربائية.



الشكل (7)

القابس ذو الفاصم (Plug with fuse):

القابس الكهربائي (Plug) يتركب من السلكين الحي (L) والمتعادل (N) والسلك المؤرض (E) والفاصم (Fuse) انها جميعاً تشكل وسائل الامان الكهربائي لاحظ الشكل (8).



الشكل (8)

الفاصم (Fuse) :

يصنع من سلك فلزي بحيث لا يتحمل تياراً يزيد مقدارهُ عن حد معين فاذا تجاوز التيار هذا الحد عندئذ يسخن لدرجة حرارية تكفي لانصهاره، وعندها ينقطع التيار الكهربائي عن الجهاز.

الفاصم (fuse) يجب أن يوضع في دائرة على التوالي مع السلك الحي قبل دخول التيار في الجهاز، لكي يؤدي وظيفة الحماية فيقطع الدائرة عندما ينساب تيار في الدائرة اكبر من التيار المناسب لها .لاحظ الشكل (9).



الشكل (9)

ويستعمل أيضاً جهاز آخر للامان الكهربائي يسمى القاطع الكهربائي (قاطع الدورة) إذ يقوم بقطع التيار الكهربائي تلقائياً في حالة انسياب تيار اكبر من التيار المصمم لها. لاحظ الشكل (10).



الشكل (10)

5-5 تجنب الصعقة الكهربائية

عملية التأريض تعني الاتصال بالأرض (Earthing Connection) ويرمز لهذه العملية بالرمز (⏚) وهي من وسائل الأمان الأخرى.

ويتم عادة تأريض الأجهزة الكهربائية ذات الغلاف المعدني لتجنب الصعقة الكهربائية وحماية الأجهزة الكهربائية، لان سلك التأريض هو سلك غليظ مقاومته الكهربائية صغيرة جداً أقل من مقاومة جسم الإنسان، لذا فان التيار ينساب في السلك ولا ينساب في جسم الشخص الملامس للجهاز فتتكون دائرة قصيرة مع السلك من غير أن يكون جسم الشخص ضمنها لاحظ الشكل (11).

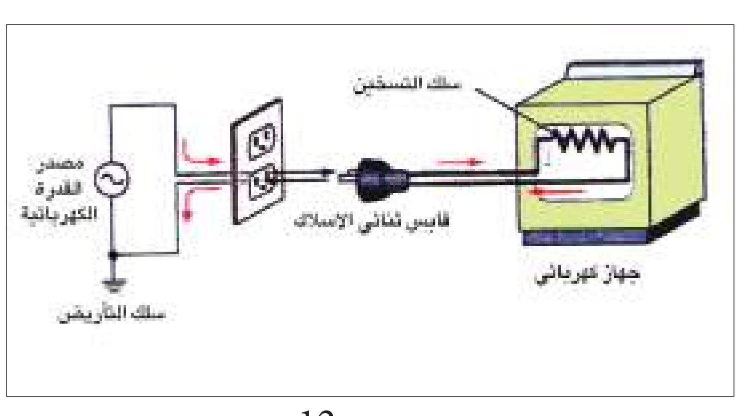






الشكل (11)

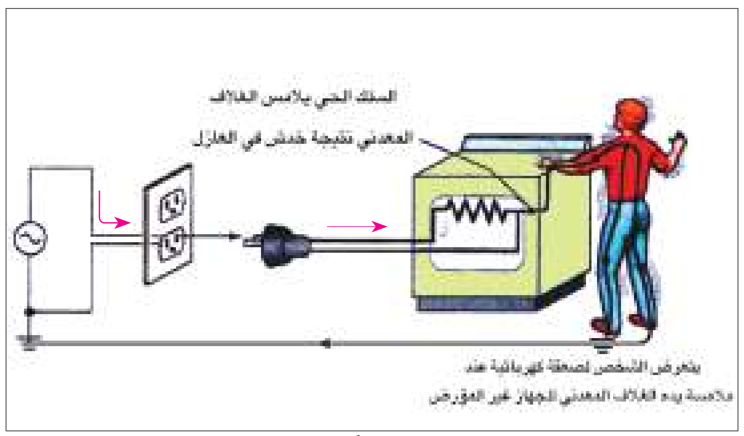
لاحظ الشكل (12-a)، إذا افترضنا أن خللاً ما حدث في الغسالة (الموصولة بالنقطة الكهربائية عن طريق القابس الثنائي) أدى إلى ملامسة السلك الحار لجسم الغسالة المعدني وإذا صادف أن لمس شخص الغلاف الخارجي للغسالة، ستتكون عندئذ دائرة كهربائية يسري فيها التيار الكهربائي من السلك الحي عبر الغسالة وعبر جسم الشخص إلى الأرض فيصاب



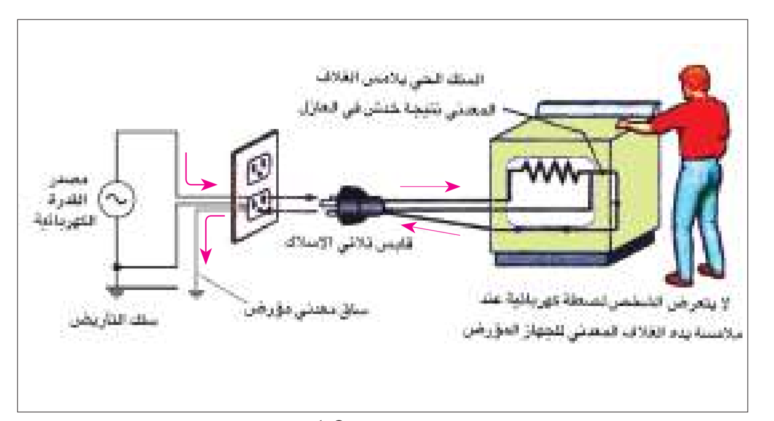
الشكل (12-a)

الشخص عندئذ بصعقة كهربائية شديدة وخطرة. لاحظ الشكل (12-b).

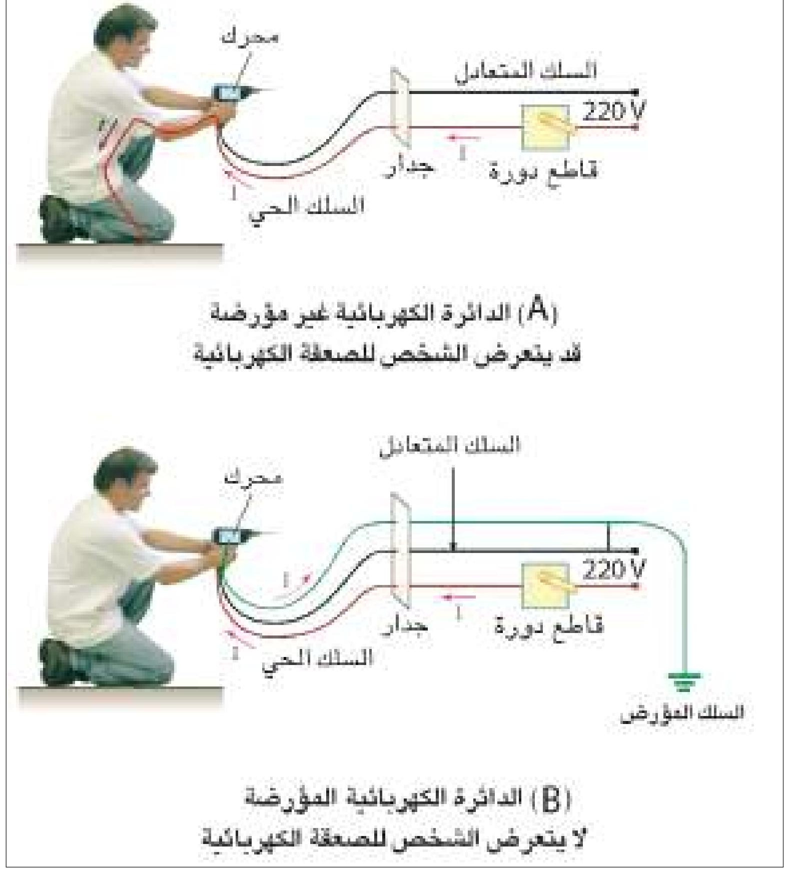
فاذا تم توصيل الغسالة بنقطة الكهرباء عن طريق القابس الثلاثي الحاوي على سلك التأريض شكل (12-c) فاذا كان هناك تماس بين السلك الحي وغلاف الغسالة المعدني فلن يؤدي إلى حدوث صعقة كهربائية للشخص.



الشكل (12-b)



الشكل (12-c)



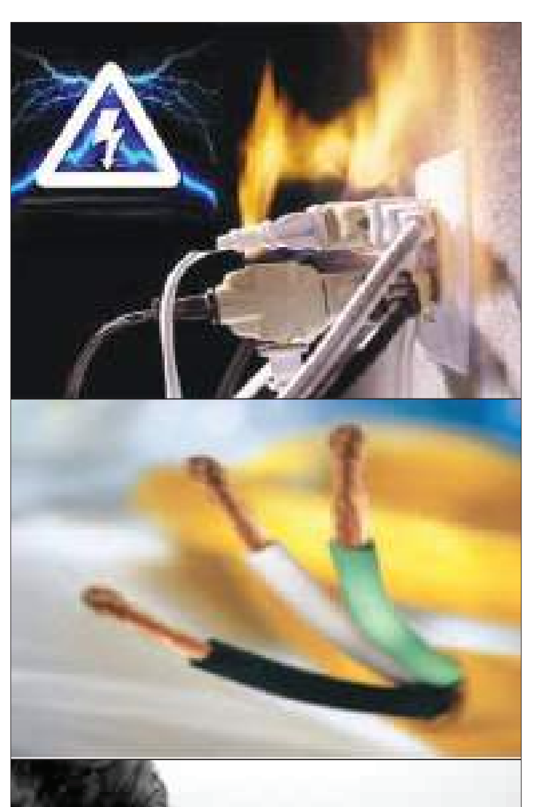
الشكل (13)

هل تعلم

تسبب الصعقة الكهربائية عند التعرض لها أضراراً مختلفة في جسم الإنسان وخاصة في عمل الخلايا والنظام العصبي، فمثلاً انسياب تيار مقداره (0.005A) يسبب ألما بسيطاً، أما انسياب تيار مقداره (0.01A) فيجعل العضلات تنقبض، أما انسياب تيار مقداره (0.1A) تقريباً لثواني قليلة قد يؤدي إلى الموت.

لكي تحمي نفسك من مخاطر الكهرباء يجب توخي الحذر وإتباع إجراءات السلامة الآتية:

1. عدم ملامسة شخص متعرض إلى صعقة كهربائية إلا بعد فصله عن مصدر الكهرباء.
2. تجنب وضع جسم معدني ممسوك باليد (مسمار حديدي أو سلك غير معزول) في نقطة الكهرباء.
3. عدم ترك الأسلاك متهرئة (مكشوفة بدون عازل).
4. تجنب ان يتصل جسمك بين السلك الحي والسلك المتعادل أو أن يتصل جسمك بين السلك الحي والأرض .لاحظ شكل (14).







الشكل (14)



عزيزي الطالب عزيزتي الطالبة:

إن ترشيد إستهلاك الطاقة الكهربائية يعني الإستخدام الأمثل لموارد الطاقة الكهربائية المتوفرة منها إستغلال الاضاءة الطبيعية وتقليل استعمال الانارة بالمصابيح الكهربائية أثناء النهار وأجهزة التبريد والتدفئة في الغرف غير المستعملة واستعمال المصابيح الاقتصادية (مثل الفلورسنت) ان امكن ذلك.

أسئلة الفصل الخامس

س1	إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- الفاصم يجب أن يربط:

a- على التوالي مع السلك الحي.

b- على التوالي مع السلك المتعادل.

c- مع سلك التأريض.

d- على التوازي مع السلك الحي.

2-(الكيلو واط - ساعة) اي (kW-h) هي وحدة قياس:

a- القدرة.

b- فرق الجهد.

c- المقاومة.

d- الطاقة الكهربائية.

3- أحدى الوحدات التالية ، ليست وحدات للقدرة الكهربائية:

a- $\frac{J}{s}$

b- Watt

c- $A \times V$

d- $J \times s$

4- إبريق شاي كهربائي يعمل بقدرة مقدارها (1200 W) فإذا كان التيار المناسب في الإبريق (5A) فما مقدار الفولطية التي يعمل عليها هذا الجهاز.

a- 60 V

b- 120 V

c- 240 V

d- 600V

5- جهاز كهربائي يستثمر طاقة مقدارها (18000 J) في مده خمس دقائق، فإن معدل القدرة المستثمرة في هذا الجهاز تساوي.

a- 360Watt

b- 180 Watt

c- 30 Watt

d- 60Watt

س2	علل ما يأتي ؟

1- يربط قاطع الدورة في الدائرة الكهربائية للمنزل على التوالي مع السلك الحار قبل تجهيز الآجهزة الكهربائية بالطاقة الكهربائية.

2- تؤرض الأجهزة الكهربائية وبالخصوص ذات الغلاف المعدني.

3- يمكن لطائر أن يقف على سلك مكشوف من أسلاك الجهد العالي دون أن يصاب بصعقه كهربائية ؟



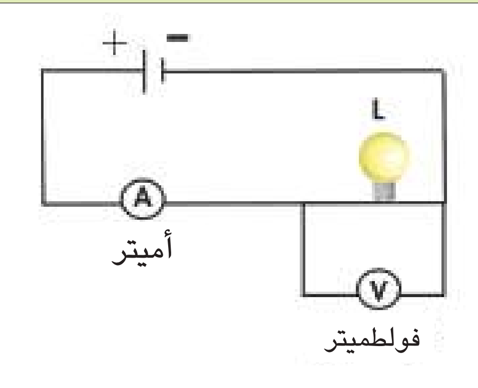
س3	هل أن قاطع الدورة يربط على التوالي أم على التوازي في الدائرة الكهربائية مع الجهاز المطلوب حمايته؟ ولماذا ؟

المسائل

س1	الشكل المجاور يمثل دائرة كهربائية تحتوي على مصباح (L) وفولطميتر وأميتر ، فإذا علمت أن قراءة الفولطميتر (3V) وقراءة الاميتر (0.5A).أحسب:

1 – مقاومة المصباح ؟

2 – قدرة المصباح؟



ج: 1- 6 Ω

2- 1.5 Watt

س2	مقاومتان (90 Ω ، 180 Ω) مربوطتان مع بعضهما على التوازي وربطت المجموعة عبرمصدر فرق جهده(36V) . احسب:

1– التيار المنساب في كل مقاومة.

2– القدرة المستهلكة في كل مقاومة بطريقتين مختلفتين.

قارن بين مقداري القدرة المستهلكة في كل مقاومة. ماذا تستنتج من ذلك ؟

ج: 1- 0.4A ، 0.2A

2- 14.4Watt ، 7.2Watt

س3	مصباح يحمل الصفات التالية (24W)، (21V) احسب بالكيلو واط – ساعة (kW–h)، الطاقة المستهلكة خلال زمن مقداره (10hours).

ج: 0.24 (kW–h)

س4	سخان كهربائي يستهلك قدرة (2kW)، شغل لمدة ست ساعات (6hour). ما كلفة الطاقة المستهلكة اذا علمت ان ثمن (kW–h) الواحد (100 دينار).

ج: 1200 Dinar



الفصل السادس 6

الكهربائية والمغناطيسية

Electricity and Magnetism

مفردات الفصل





الأهداف السلوكية

بعد دراسة هذا الفصل ينبغي ان يكون الطالب قادراً على أن:

- يذكر استنتاج تجربة اورستد.
- يشرح بتجربة التاثير المغناطيسي للتيار الكهربائي.
- يميز بين شكل خطوط المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم وحلقة دائرية وملف حلزوني عند إنسياب التيار الكهربائي.
- يعدد بعض التطبيقات العملية للتأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي.
- يذكر قاعدة الكف الايمن لتحديد إتجاه المجال المغناطيسي.
- يُعرف المغناطيس الكهربائي.
- يعدد التطبيقات العملية للمغناطيس الكهربائي.
- يفسر ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي.
- يقارن بين أجزاء المولد البسيط للتيار المتناوب واجزاء المولد البسيط للتيار المستمر (الداينمو).
- يشرح عمل المحرك الكهربائي.

المصطلحات العلمية

Magnetic field	المجال المغناطيسي
Electromagnet	المغناطيس الكهربائي
Electromagnetic Relay	المرحل الكهرومغناطيسي
Electric Generator	المولد الكهربائي
Electric charge	شحنة كهربائية
Electric motor	المحرك الكهربائي
Electromagnetic Induction	الحث الكهرومغناطيسي
Electromotive Force	القوة الدافعة الكهربائية
Wire	سلك

Introduction مقدمة

في عام 1820م لاحظ العالم اورستد انحراف ابرة مغناطيسية موضوعة بجوار سلك عند انسياب تيار كهربائي مستمر فيه من خلال تجربة بسيطة اكتشف بعدها ان للتيار الكهربائي تأثيراً مغناطيسياً. وسندرس في هذا الفصل التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي المنساب في موصل وبعض التطبيقات العملية على ذلك.

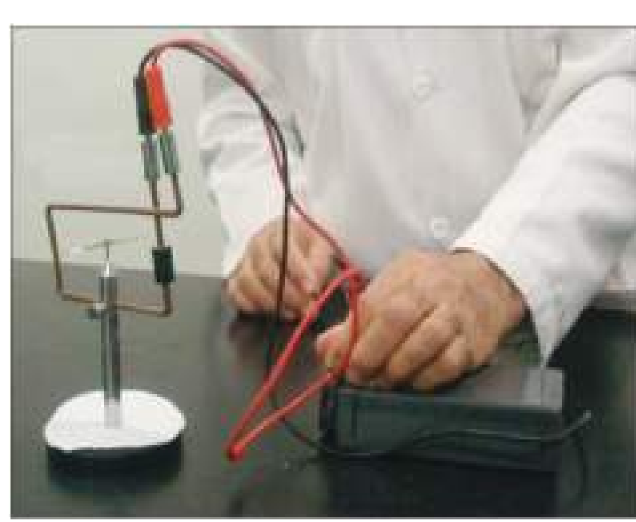
1-6 المجال المغناطيسي للتيار الكهربائي Magnetic field of electric current

للتعرف على التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي نجري النشاط الاتي:

نشاط (1) تجربة اورستد

ادوات النشاط:

ابرة مغناطيسية تستند على حامل مدبب، سلك غليظ بطول (30cm) ، بطارية فولطيتها (1.5V)، اسلاك توصيل، مفتاح كهربائي.



الشكل (1)

الخطوات:

- نترك الابرة المغناطيسية حرة لتتجه بموازاة خطوط المجال المغناطيسي الارضي.
- نجعل السلك الغليظ فوق الابرة المغناطيسية بحيث يكون موازياً لمحورها.
- نربط طرفي السلك الغليظ بين قطبي البطارية وعبر المفتاح الكهربائي.
- نغلق المفتاح لبرهة من الزمن سنلاحظ انحراف الابرة المغناطيسية ومن ثم استقرارها بوضع عمودي على طول السلك، ثم عودة الابرة الى وضعها السابق بعد انقطاع التيار. لاحظ الشكل (1).
- نعكس اتجاه التيار الكهربائي المنساب في السلك الغليظ وذلك بعكس قطبية النضيدة المربوطة في الدائرة، ثم نغلق المفتاح الكهربائي لبرهة من الزمن ايضاً، سنلاحظ

انحراف الابرة المغناطيسية ومن ثم استقرارها بوضع عمودي على طول السلك وبأتجاه معاكس للحالة الاولى.

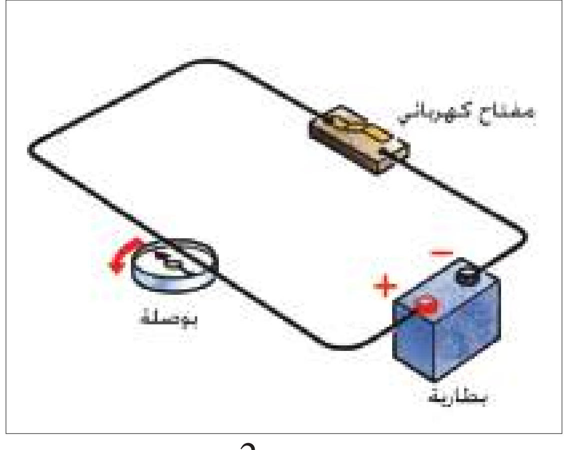
- كرر الخطوات اعلاه مع وضع السلك الغليظ تحت الابرة المغناطيسية وبشكل موازٍ للابرة. ماذا تلاحظ في كل خطوة ؟

ان انحراف الابرة المغناطيسية للبوصلة يدل على تأثرها بعزم قوة مغناطيسية بسبب وجودها في مجال مغناطيسي، كما ان عودتها الى وضعها السابق عند قطع التيار الكهربائي يدل على ان التيار الكهربائي ولد هذا المجال المغناطيسي لاحظ الشكل (2) وعليه فان:

انسياب تيار كهربائي في سلك موصل يولد حوله مجالاً مغناطيسياً (وهذا ما استنتجهُ اورستد من التجربة السابقة).

فكر

- ما الغرض من استعمال السلك الغليظ في هذه التجربة ؟
- ما السبب من غلق الدائرة لبرهة ؟



الشكل (2)

6-2 المجال المغناطيسي المحيط بسلك مستقيم موصل ينساب فيه تيار كهربائي مستمر

إذا كان انسياب التيار الكهربائي المستمر في سلك موصل يولد حولهُ مجالا مغناطيسيا، فما شكل هذا المجال، وكيف نحدد اتجاهه؟ وماهي العوامل التي يعتمد عليها ؟

للاجابة على ذلك، نجري النشاط الاتي:

نشاط (2) تخطيط المجال المغناطيسي لتيار مستمر ينساب في سلك مستقيم

ادوات النشاط:

ورقة مقوى ، عدة بوصلات مغناطيسية صغيرة ، سلك غليظ ، مفتاح كهربائي ، بطارية كهربائية فولطيتها مناسبة ، برادة حديد.

الخطوات:

- نمرر السلك من خلال ورقة المقوى ونربط الدائرة الكهربائية لاحظ الشكل (3).

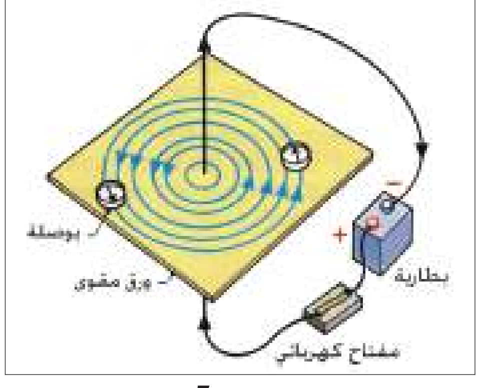
الشكل (3)

- ننثر برادة الحديد حول السلك. ونغلق الدائرة الكهربائية لينساب التيار الكهربائي في السلك، وننقر على الورقة نقرات خفيفة، ماذا نلاحظ ؟ لاحظ الشكل (4).



الشكل (4)

- نكرر الخطوات بوضع مجموعة البوصلات فوق ورقة المقوى بدل برادة الحديد ستشكل دائرة مركزها السلك كما في الشكل (5).



الشكل (5)

- نغلق الدائرة لفترة زمنية قصيرة فينساب تيار كهربائي خلال السلك، لاحظ اتجاه القطب الشمالي للابرة المغناطيسية.

- نعكس قطبية البطارية لينعكس اتجاه التيار الكهربائي في السلك ؟ ونكرر الخطوات اعلاه ماذا تلاحظ ؟

نستنتج من هذا النشاط ان برادة الحديد تترتب بشكل دوائر متحدة المركز مركزها السلك وبمستوى عمودي عليه، وهذه الدوائر تمثل خطوط المجال المغناطيسي حول السلك والناشىء عن انسياب تيار كهربائي في السلك.
اما اتجاه الاقطاب الشمالية لأبر البوصلات فيمثل اتجاه المجال المغناطيسي في النقطة الموضوعة فيها البوصلة الشكل (6).

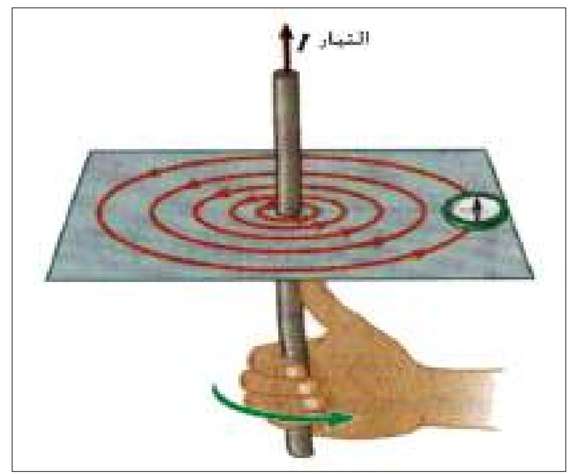


الشكل (6)

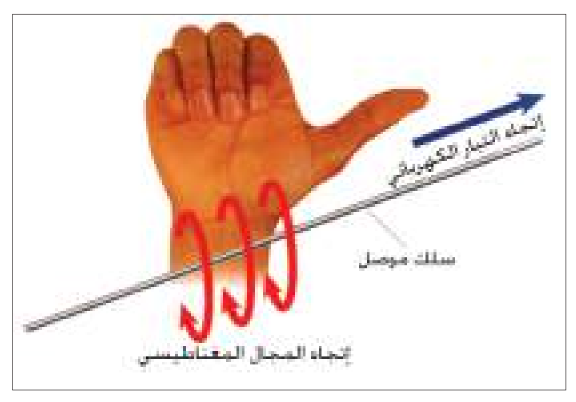
- تصور انك تمسك السلك بواسطة كف يدك اليمنى، وابهامك يشير الى اتجاه التيار الكهربائي المنساب في

السلك، لاحظ هل يكون اتجاه الاقطاب الشمالية لابر البوصلات في اتجاه لف الاصابع لاحظ الشكل (7).

فلتحديد اتجاه المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم ينساب فيه تيار كهربائي مستمر نطبق قاعدة الكف اليمنى كما يلي:
امسك السلك بالكف اليمنى بحيث يشير الابهام الى اتجاه التيارالكهربائي، بينما يكون إتجاه لف الاصابع باتجاه المجال المغناطيسي لاحظ الشكل (8).



الشكل (7)



الشكل (8)

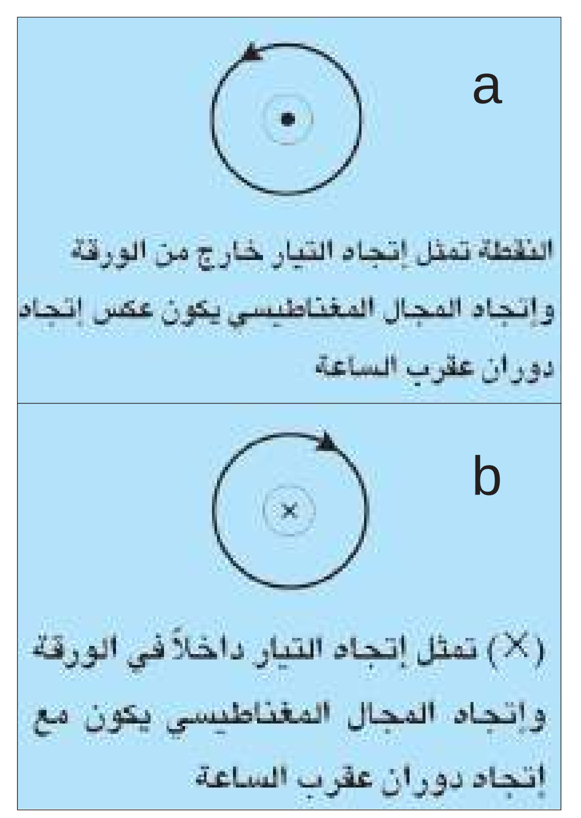
ان العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسي الناشئ حول سلك مستقيم ينساب فيه تيارا كهربائياً مستمراً هي:

1. يزداد مقدار المجال المغناطيسي (بازدياد عدد خطوط المجال المغناطيسي المارة عمودياً خلال وحدة المساحة ضمن مساحة معينة) بزيادة مقدار التيار الكهربائي المنساب في السلك.
2. يزداد مقدار المجال المغناطيسي بالاقتراب من السلك ويقل مقدارهُ كلما ابتعدنا عن السلك.
3. اتجاه المجال المغناطيسي يعتمد على اتجاه التيار الكهربائي المستمر المنساب في السلك المستقيم.

إذا انساب تيار كهربائي مستمر في سلك عمودي على صفحة افقية فان اتجاه المجال المغناطيسي يكون بشكل دوائر متحدة المركز حول السلك في مستوي الصفحة واتجاهه يتوقف على اتجاه انسياب التيار الكهربائي في السلك.

فاذا انساب التيار في السلك نحو الناظر (خارجاً من الورقة) فاتجاه المجال المغناطيسي واتجاه التيار سيكون كما في الشكل (9-a).

واذا انساب التيار في السلك مبتعداً عن الناظر فاتجاه المجال المغناطيسي واتجاه التيار يكون كما في الشكل (9-b).



الشكل (9) إتجاه المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي

3-6 المجال المغناطيسي الناشئ من انسياب تيار كهربائي مستمر في حلقة موصلة دائرية

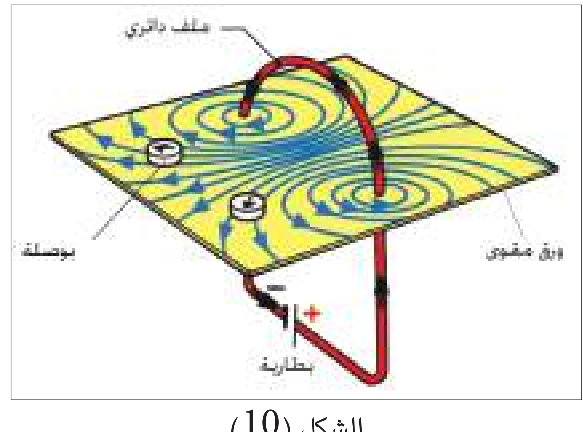
تعرفنا في الفقرة السابقة على المجال المغناطيسي حول سلك موصل ينساب فيه تيار كهربائي مستمر فهل تتغير صفات المجال المغناطيسي بتغير شكل السلك الموصل الذي ينساب فيه التيار الكهربائي ؟ للاجابة عن هذا السؤال نجري النشاط الاتي:

نشاط (3) تخطيط المجال المغناطيسي لتيار كهربائي مستمر ينساب في حلقة دائرية

ادوات النشاط: ورقة مقوى ، عدد من البوصلات المغناطيسية، حلقة من سلك غليظ معزول ، مفتاح كهربائي، بطارية فولطيتها مناسبة (عمود جاف) ، برادة حديد.

الخطوات:

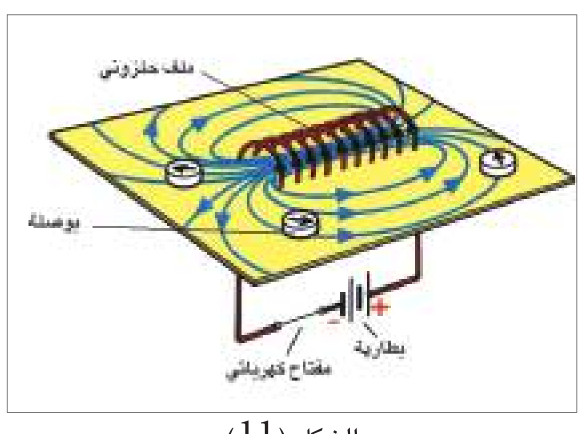
- نثبت السلك الغليظ الدائري في لوح المقوى كما في الشكل (10) ونربط الدائرة الكهربائية التي تتألف من حلقة مربوطة على التوالي مع بطارية.
- نمرر التيار الكهربائي في السلك برهة زمنية ونضع في عدة مواقع عن مركز الحلقة عدد من البوصلات ، لاحظ إتجاه انحراف اقطاب الابرة المغناطيسية للبوصلة.
- نعكس اتجاه التيار المنساب في الحلقة ونكرر الخطوات اعلاه. ماذا تلاحظ؟
- نعيد عمل النشاط باستعمال برادة الحديد ولاحظ ترتيبها.



الشكل (10)

نستنتج ان شكل خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن انسياب التيار الكهربائي المستمر في حلقة موصلة تكون خطوط بيضوية الشكل تقريبا تزدحم داخل الحلقة وتكون عمودية على مستوى الحلقة. الشكل (10)

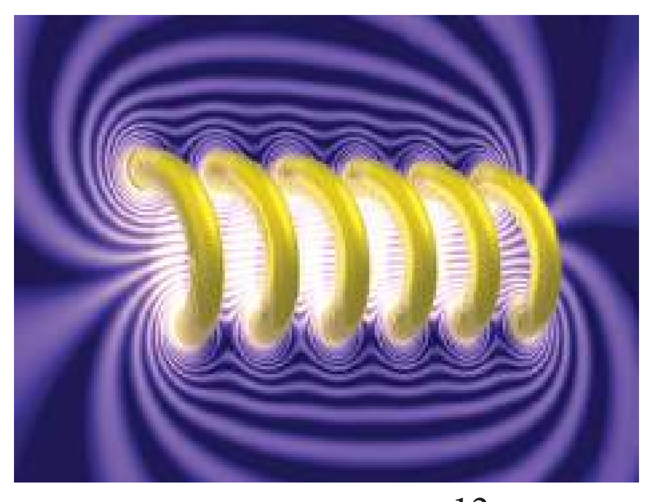
- ولمعرفة شكل المجال المغناطيسي لتيار كهربائي مستمر ينساب في ملف محلزن، نعمل الاتي: نكرر النشاط (3) باستعمال ملف محلزنٍ (عدة حلقات او لفات) لاحظ الشكل (11) بدلاً من الحلقة سنلاحظ ان خطوط المجال المغناطيسي مشابه للشكل (10) ولكنها تكون متوازية مع بعضها داخل الملف.



الشكل (11)

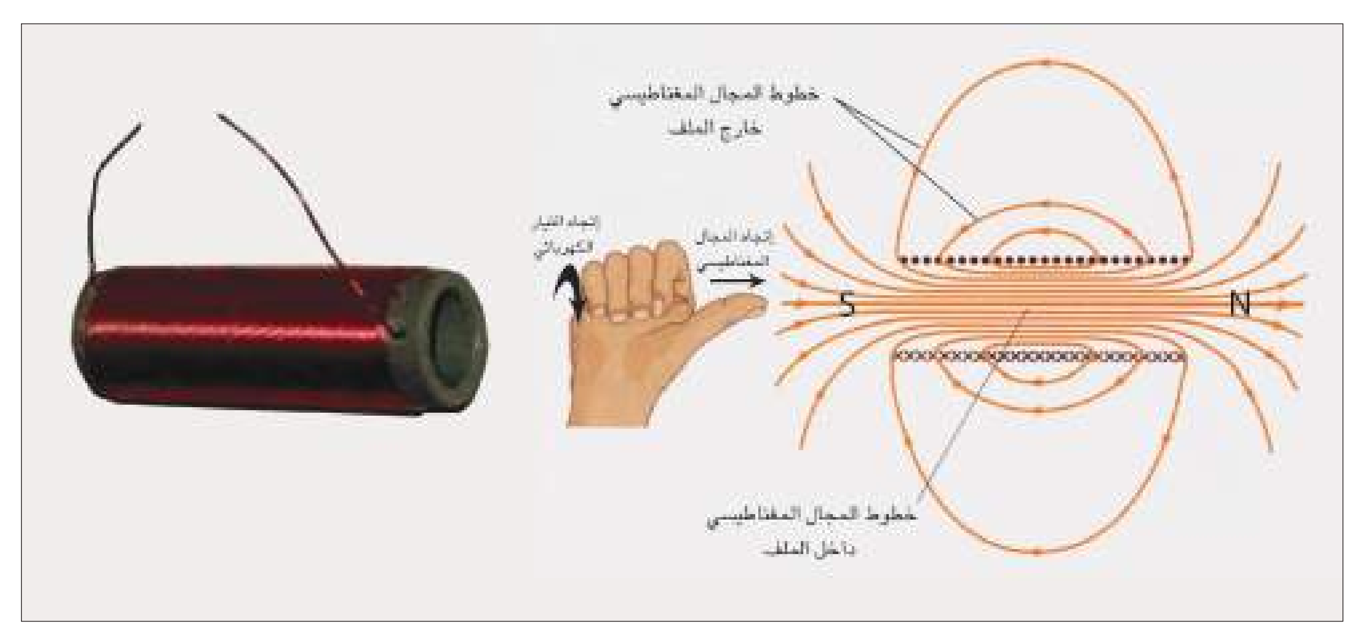
من هذا النشاط نستنتج ان:

شكل المجال المغناطيسي داخل الملف المحلزن عبارة عن خطوط مستقيمة متوازية، اما خارج الملف فتكون خطوط مقفلة لاحظ الشكل (12)(يشبه شكل المجال المغناطيسي لساق ممغنط) والذي سبق وان تعرفت عليه في الفصل الثاني، ويعتمد مقدار المجال المغناطيسي على مقدار التيار وعدد اللفات في وحدة الطول حيث يتناسب طرديا معهما.



شكل (12) المجال المغناطيسي لملف حلزوني

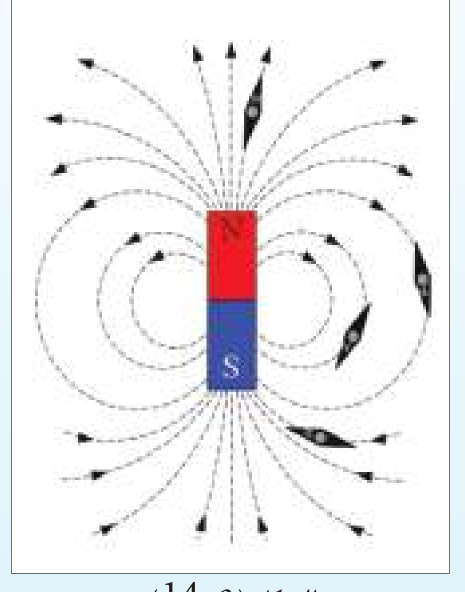
اما اتجاه المجال المغناطيسي داخل الملف فيحدد باستعمال قاعدة الكف اليمنى للملف، فلو مسكنا الملف بالكف اليمنى بحيث يكون لف الاصابع تمثل إتجاه التيار الكهربائي فيشير الابهام الى اتجاه خطوط المجال المغناطيسي داخل الملف (اي يشير الى القطب الشمالي). لاحظ الشكل (13).



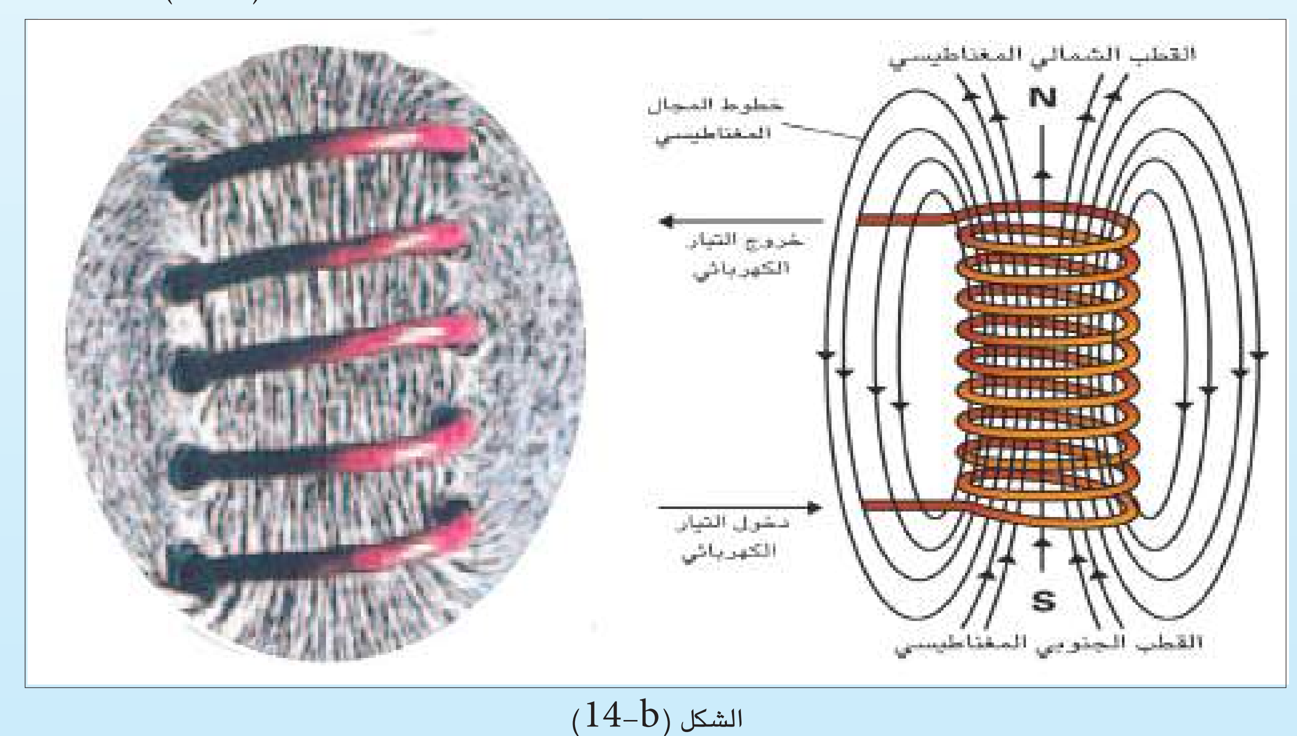
الشكل (13)

سؤال

1. قارن بين خطوط المجال المغناطيسي حول ساق مغناطيسية وحول ملف ينساب فيه تيار كهربائي مستمر. لاحظ الشكل (14-a ،b).
2. قارن بين خطوط المجال المغناطيسي داخل الملف وخارجه من حيث الاتجاه والمقدار. لاحظ الشكل (14-b).

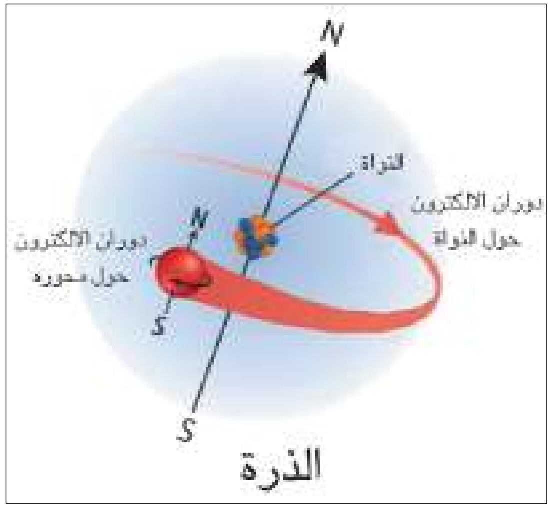


الشكل (14-a)



الشكل (14-b)

وكذلك يمكن ان يتولد مجال مغناطيسي حول شحنة متحركة كحركة الالكترون حول نواة الذرة لاحظ الشكل (15).



الشكل (15)

4-6 المغناطيس الكهربائي Electromagnet

بالرجوع الى النشاط السابق (3)، وبيان تأثر قطعة من الحديد المطاوع (مسمار حديد) عند وضعها داخل سلك موصل محلزن.

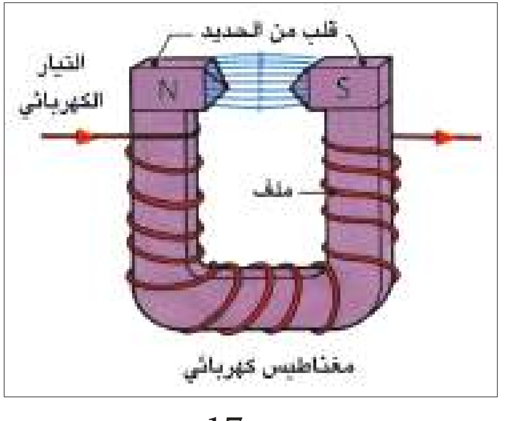
ان قطعة الحديد المطاوع ستتمغنط عند انسياب التيار الكهربائي المستمر في السلك الموصل المحلزن، وعند قطع التيار ستفقد قطعة الحديد مغناطيسيتها. انك في هذه الحالة تكون قد صنعت مغناطيساً كهربائياً مؤقتاً. وهذا يعني ان المغناطيس الكهربائي هو مغناطيس مؤقت يزول بزوال التيار الكهربائي المنساب في السلك.

ويمكن استثمارهذه الظاهرة في صنع المغانط الكهربائية لاحظ الشكل (16).



الشكل (16)

ويتركب المغناطيس الكهربائي من قلب من الحديد المطاوع ملفوف حوله سلك موصل معزول، ويمكن ان يكون بشكل ساق مستقيمة أو بشكل حرف (U) لاحظ الشكل (17) ويكون اتجاه لف السلك في المغناطيس بشكل حرف (U) حول قلب الحديد باتجاهين متعاكسين للحصول على قطبين مغناطيسين احدهما شمالي والاخر جنوبي في طرفيه وترتبط نهايتي السلك بمصدر للتيار الكهربائي ، فعند اغلاق الدائرة الكهربائية يتولد ما يسمى (بالمغناطيس الكهربائي) وعند فتح الدائرة الكهربائية (اي انقطاع التيار الكهربائي) يتلاشى المجال المغناطيسي في قطعة الحديد المطاوع بسرعة (اي حصلنا على مغناطيس مؤقت). اما إذا أردنا احتفاظ المغناطيس الكهربائي بالمغناطيسية لفترة اطول بعد انقطاع التيار الكهربائي فنستعمل الفولاذ كقلب بدلاً من الحديد المطاوع.



الشكل (17)

يعتمد مقدار المجال المغناطيسي للمغناطيس الكهربائي على:

1 – عدد لفات الملف لوحدة الطول.

2 – نوع مادة القلب.

3 – مقدار التيار الكهربائي المنساب في الملف.



الشكل (18) مغناطيس كهربائي يستعمل لرفع الاثقال الكبيرة

تذكر

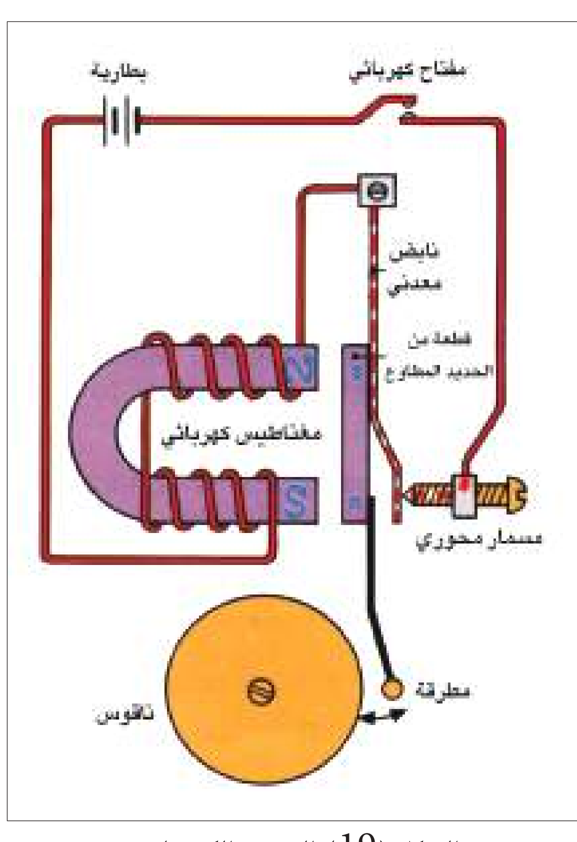
يزداد المجال المغناطيسي بين قطبي المغناطيس عندما يكون بشكل حرف U.

5-6 استعمالات المغانط الكهربائية

الجرس الكهربائي:

هو جهاز للتنبيه مألوف للطالب، استثمرالمغناطيس الكهربائي في آلية عمل الجرس الكهربائي ويتألف من:

- مغناطيس كهربائي بشكل حرف U لاحظ شكل (19).
- حافظة من الحديد المطاوع.
- مسمار محوري.
- مطرقة.
- ناقوس معدني.



الشكل (19) الجرس الكهربائي

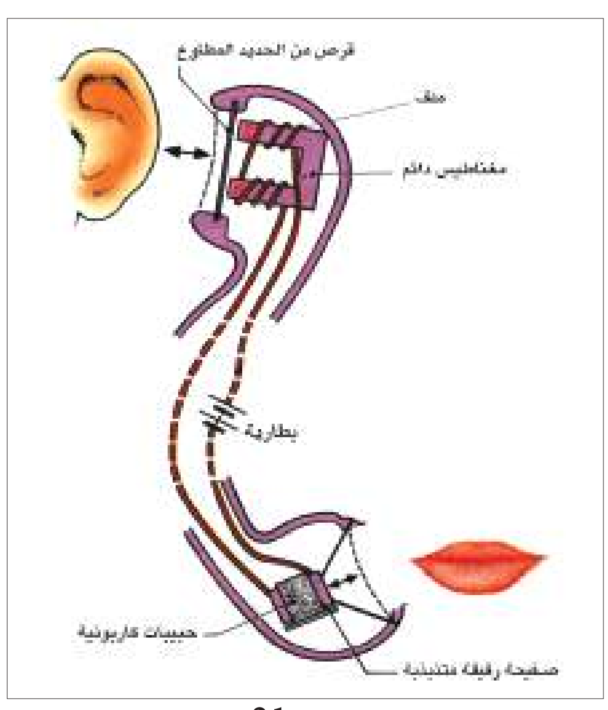
فعند ربط الجرس بدائرة كهربائية تحتوي بطارية مناسبة ومفتاح وعند اغلاق المفتاح يعمل المغناطيس الكهربائي على جذب قطعة الحديد المطاوع فتتحرك المطرقة نحو الناقوس وتحدث صوتاً وعندها تكون الدائرة الكهربائية مفتوحة لذا يفقد المغناطيس مغناطيسيته فتبتعد قطعة الحديد عن المغناطيس الكهربائي وتتكون فجوة بينهما وتبتعد المطرقة فينقطع صوت الجرس الكهربائي وتتكرر العملية مع استمرار انسياب التيار الكهربائي في دائرة الجرس الكهربائي.

الهاتف:

هو احدى وسائل الاتصال السلكية عن بعد والتي تستعمل لارسال واستقبال (الموجات الصوتية) بين شخصين او اكثر لاحظ الشكل (20). ويتم تشغيلها من خلال ارسال اشارات كهربائية عن طريق شبكة تلفونية معقدة والتي تسهل اتصال أي مستعمل لها بالآخر.

شكل(20) اجزاء الهاتف

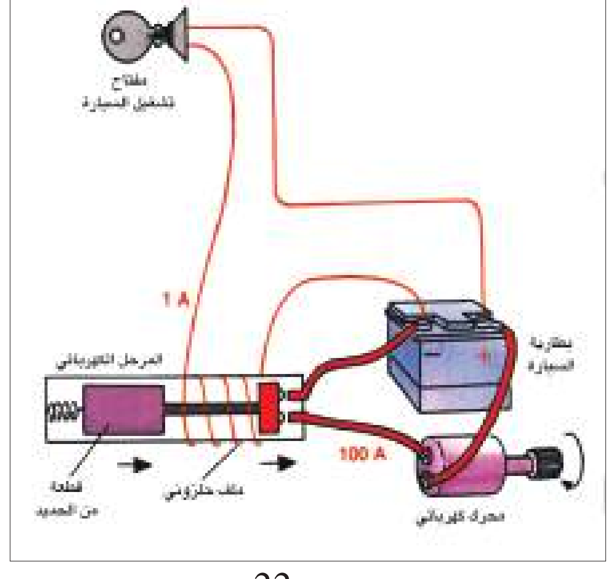
عند التكلم امام اللاقطة يتغير مقدار التيار في الدائرة الكهربائية بفعل نبضات من التضاغط والتخلخل وبشكل مشابه لتردد موجات صوت المتكلم (التردد نفسه) وهذا التغير بالتيار ينتقل خلال الاسلاك الى سماعة الهاتف الاخر والذي يمر عبر المغناطيس الكهربائي الذي يجذب بدوره قرصاً رقيقاً من الحديد المطاوع فيتذبذب مولداً موجات صوتية في الهواء مشابهاً لصوت المتكلم لاحظ الشكل (21).



الشكل (21)

المرحل الكهربائي Electromagnet Relay:

عبارة عن مفتاح مغناطيسي يستعمل كاداة للتحكم في اغلاق وفتح دائرة كهربائية. ففي السيارة مثلاً يعمل المرحل بالتحكم في تشغيل دائرة التيار الكبير (المحرك عند بدء التشغيل) بوساطة تيار صغيرعند ادارة مفتاح تشغيل السيارة. كما ويستعمل في الدوائر الالكترونية لفتح واغلاق الدائرة ذاتياً. لاحظ الشكل (22).

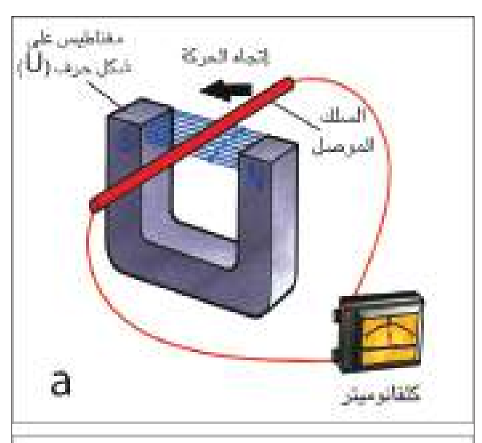


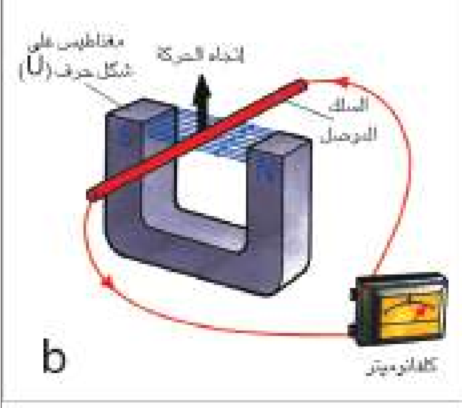
الشكل (22)

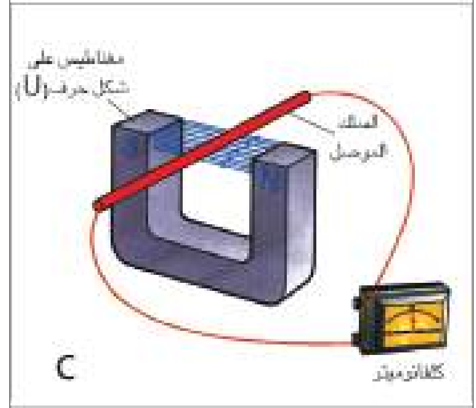
6-6 الحث الكهرومغناطيسي والقوة الدافعة الكهربائية المحتثة

لقد علمت ان التيار الكهربائي المنساب في سلك يولد مجالاً مغناطيسياً حوله، ولكن هل يمكن توليد تيار كهربائي بفعل مجال مغناطيسي؟ للاجابة عن ذلك نجري النشاط الاتي:

نشاط (4) كيفية توليد تيار كهربائي باستعمال مجال مغناطيسي







الشكل (23)

ادوات النشاط:

مغناطيس دائمي بشكل حرف U ، كلفانوميتر ، سلك موصل معزول.

الخطوات:

- نصل طرفي السلك بطرفي الكلفانوميتر ونحرك السلك في اتجاه مواز لخطوط المجال المغناطيسي، هل ينحرف مؤشر الكلفانوميتر ؟ لاحظ شكل (23-a).

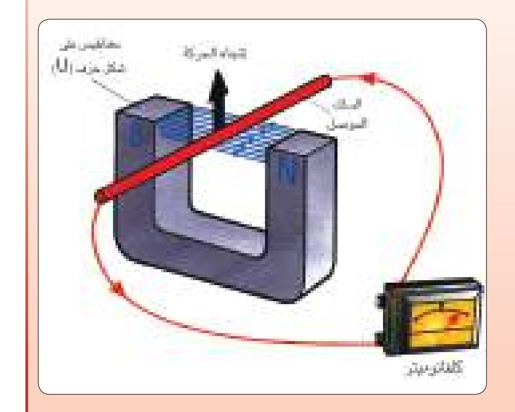
نلاحظ عدم انحراف مؤشر الكلفانوميتر بسبب عدم حصول تغير في المجال المغناطيسي.

- نحرك السلك باتجاه عمودي على خطوط المجال (الى اعلى واسفل)، تلاحظ انحراف مؤشر الكلفانوميتر باتجاهين متعاكسين على جانبي صفر الكلفانوميتر. بسبب حصول تغير في المجال المغناطيسي. لاحظ شكل (23-b).
- عند توقف الموصل عن الحركة، نلاحظ عدم انحراف مؤشر الكلفانوميتر. لاحظ شكل (23-c).

نستنتج من ذلك ان :

التيار الكهربائي الآني (اللحظي) الذي يتولد في السلك على الرغم من عدم وجود بطارية في دائرته الكهربائية يسمى بالتيار المحتث لانه تيار نشأ من تغير المجال المغناطيسي.

تذكر



التيار المحتث يتولد في الدائرة الكهربائية المقفلة عندما يقطع السلك خطوط المجال المغناطيسي (عند حصول تغير في عدد خطوط القوة المغناطيسية في وحدة الزمن) ولا يتولد هذا التيار عندما نحرك السلك في إتجاه موازٍ لخطوط المجال المغناطيسي.

لقد درسنا في الفصل الثالث ان التيار الكهربائي في دائرة كهربائية مقفلة ينشأ من ربطها ببطارية (او اي مصدر للفولطية).

والسؤال الذي يطرح هنا ما سبب تولد تيار محتث في النشاط السابق على الرغم من عدم وجود بطارية ؟

للاجابة على هذا السؤال، نجري النشاط الآتي:

نشاط (5) القوة الدافعة الكهربائية المحتثة Induced emf

ادوات النشاط:

ساق مغناطيسية ، ملف اسطواني ، كلفانوميتر.



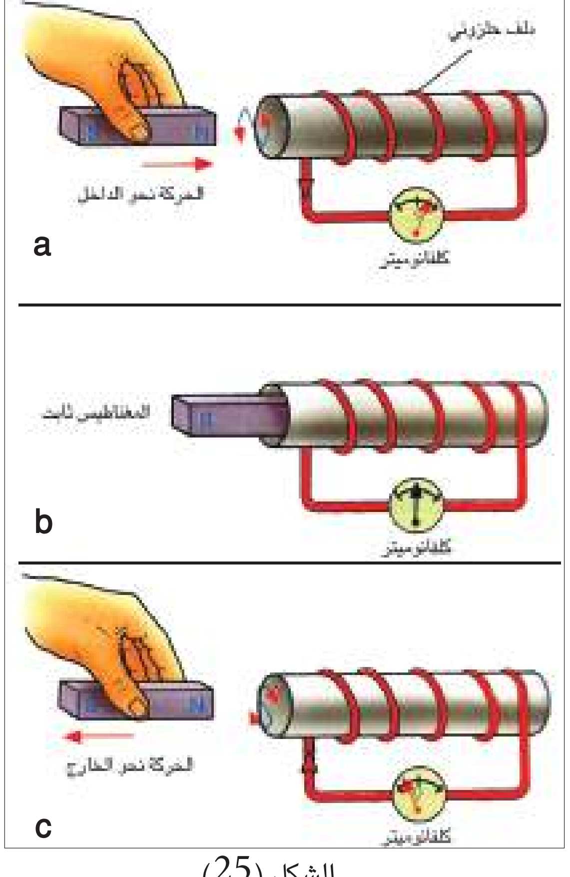
الشكل (24)

الخطوات:

- اربط طرفي الملف بطرفي الكلفانوميتر لاحظ الشكل (24).
- نحرك المغناطيس بتقريبه من الملف بموازاة طول الملف ولاحظ انحراف مؤشر الكلفانوميتر الذي يشير الى انسياب التيار المحتث فيه. لاحظ الشكل (25 a) .
- نثبت المغناطيس بالقرب من الملف ولاحظ، هل ينحرف مؤشر الكلفانوميتر ؟ لاحظ الشكل (25 b) .

لاحظ استقرار مؤشر الكلفانوميتر عند الصفر لاحظ الشكل (25 c). وهذا يعني عدم تولد تيار محتث.

- نسحب ساق المغناطيس من داخل الملف الى الخارج نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانوميتر الذي يكون باتجاه معاكس للحالة الاولى .



الشكل (25)

نستنتج من ذلك ان:

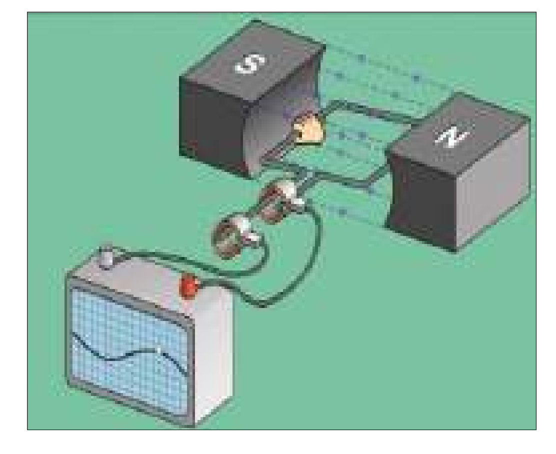
التيار المحتث في الدائرة الكهربائية المقفلة ينشأ عندما يتحرك المغناطيس او الملف مسبباً تغيراً في خطوط المجال المغناطيسي، بينما لا ينشأ التيار المحتث إذا لم يتحرك اي منهما لعدم حصول تغير في خطوط المجال المغناطيسي.

وتفسير تولد التيار المحتث في الدائرة المقفلة هو بسبب تولد فرق جهد محتث على طرفي الموصل يسمى بالقوة الدافعة الكهربائية المحتثة (induce emf). وتقاس بوحدة الفولط (volt). وتم ذلك على يد العالم فراداي عام 1831م.

ومن خلال ما تقدم يعرف الحث الكهرومغناطيسي بانه ظاهرة توليد فولطية محتثة عبر موصل كهربائي يقع في مجال مغناطيسي متغير او عن طريق حركة نسبية بين الموصل والمجال المغناطيسي يحدث فيها تغير في المجال المغناطيسي. وتعتبر ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي اساس عمل العديد من الاجهزة الكهربائية اهمها المولد الكهربائي.

7-6 تطبيقات ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي

لقد ادى اكتشاف ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي الى تطور كبير في وسائل انتاج الطاقة الكهربائية ونقلها وتوزيعها خلال شبكات النقل التي تعتبر اساس التكنولوجيا الحديثة.



الشكل (26)

- المولد الكهربائي للتيار المتناوب Electric Generator

هو جهاز يعمل على تحويل الطاقة الميكانيكية (الحركية) الى طاقة كهربائية بوجود مجال مغناطيسي ويعد المصدر الرئيس المستعمل في انتاج الطاقة الكهربائية ويعمل على مبدأ الحث الكهرومغناطيسي.

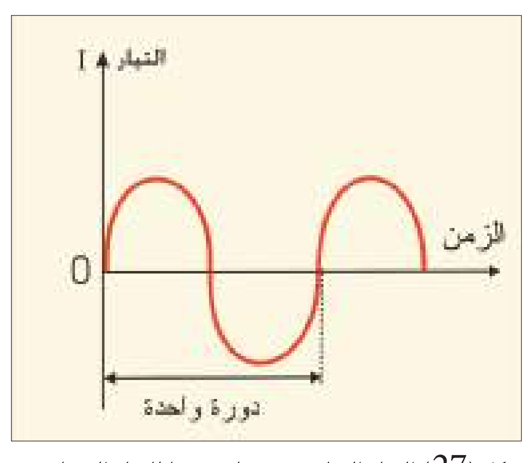


يتركب المولد في ابسط اشكاله من:

- ملف من سلك موصل معزول ملفوف حول قلب من الحديد المطاوع.
- حلقتين معدنيتين معزولتين عن بعضهما.
- فرشتان من الكاربون (الفحمات).
- مغناطيس دائمي أو مغناطيس كهربائي بشكل حرف U. لاحظ الشكل (26).

ماذا يحدث اثناء دوران الملف بين قطبي المغناطيسي ؟

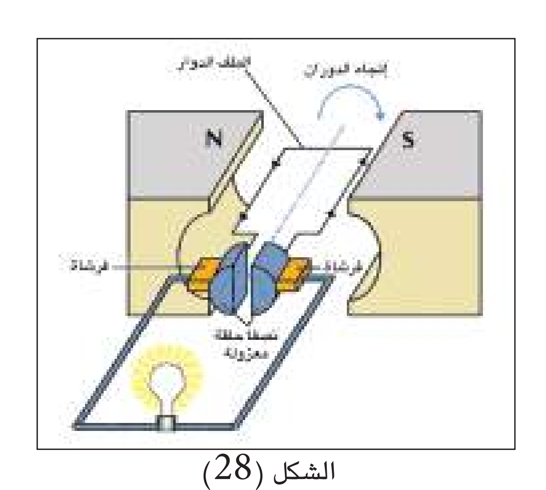
عند دوران الملف داخل مجال مغناطيسي منتظم قاطعاً خطوط القوة المغناطيسية سيحدث تغيرا في خطوط القوة المغناطيسية فتتولد قوة دافعة كهربائية محتثة (induce emf) مسببة انسياب تيار كهربائي محتث متناوب في ملف النواة. ينتقل عبر الحلقتين المعدنيتين والفرشاتين الملامستين لهما الى الدائرة الكهربائية الخارجية ويسمى بالتيار المتناوب لاحظ الشكل (27).



شكل (27) التيار الخارج من مولد بسيط للتيار المتناوب.

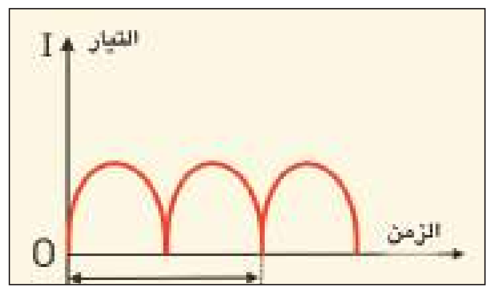
المولد البسيط للتيار المستمر:

يتركب مولد التيار المستمر من الاجزاء نفسها لمولد التيار المتناوب والاختلاف يكمن باستعمال نصفي حلقة معدنية معزولتين كهربائياً عن بعضهما ومتصلتين بطرفي ملف النواة تسمى المبادل لاحظ الشكل (28).



الشكل (28)

ان التيار الذي نحصل عليه في هذه الحالة يكون باتجاه واحد يسمى تيار مستمر (DC)، لاحظ الشكل (29).



شكل (29) التيار الخارج من مولد بسيط للتيار المستمر.

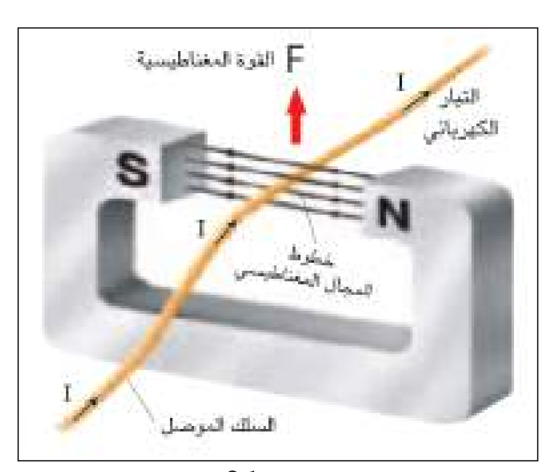
ومن التطبيقات الهامة للتيار الكهربائي:

المحرك الكهربائي:

جهاز يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية بوجود مجال مغناطيسي، أي انه يعمل عكس عمل المولد الكهربائي، لاحظ الشكل (30).


الشكل (30)

ويعتمد عمل المحرك الكهربائي على مبدأ القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك ينساب فيه تيار كهربائي مستمر موضوع في مجال مغناطيسي لاحظ الشكل (31).



الشكل (31)

هل تعلم

في مولدات التيار المستمر المستعملة في الحياة العملية:

– تستعمل عدة ملفات وليس ملفا واحدا.

– تدور المغانط بينما يبقى الملف ثابتا.



وتستعمل المحركات الكهربائية لتشغيل عدة أجهزة كهربائية مثل (المكنسة الكهربائية ، المثقاب الكهربائي ، الخلاط الكهربائي ، المروحة الكهربائية وغيرها). لاحظ الشكل (32).


المكنسة الكهربائية | المثقاب الكهربائي | الخلاط الكهربائي | المروحة الكهربائية

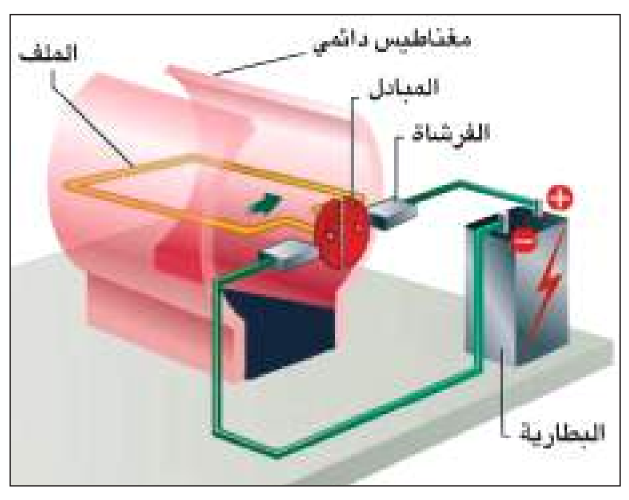
الشكل (32)

ويختلف حجم وسعة المحركات الكهربائية لاحظ الشكل (33). ففي الوقت الذي تحتاج فيه الخلاطات ومعظم ادوات المطبخ الاخرى لمحركات كهربائية صغيرة لانها تحتاج لقدرة بسيطة لاستعمالها، تتطلب القطارات استعمال محركات أضخم واكثر تعقيداً.


الشكل (33)

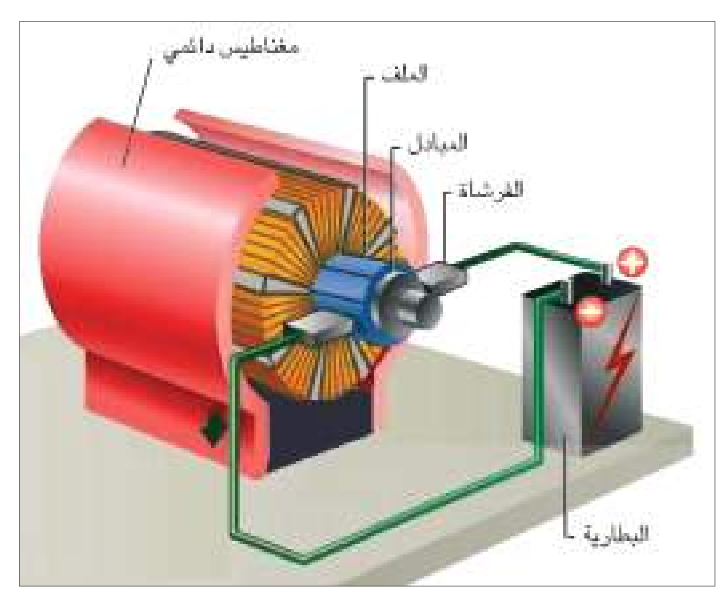
ويتكون المحرك الكهربائي الذي يعمل بالتيار المستمر من الاجزاء الآتية:

- نواة المحرك: عبارة عن ملف من سلك من النحاس معزول يحوي داخله على قطعة من الحديد المطاوع لاحظ الشكل (34).
- مغناطيس دائمي قوي يوضع الملف بين قطبيه.
- المبادل: وهو عبارة عن نصفي حلقة معدنية معزولين كهربائياً عن بعضها ويتصلان بطرفي سلك ملف النواة يدوران مع ملف النواة.
- فرشتان من الكاربون تلامسان نصفي المبادل متصلتان بقطبي مصدر للتيار الكهربائي المستمر.



الشكل (34)

فعند اغلاق الدائرة الكهربائية ينساب تيار كهربائي مستمر من الدائرة الخارجية الى ملف النواة. ويمر في طرفي الملف باتجاهين متعاكسين. وبتأثير المجال المغناطيسي للتيار المار في ملف النواة والمجال الناشىء عن المغناطيس الدائم تتولد قوتان متعاكستان في الاتجاه ومتساويتان في المقدار على جانبي الملف تعملان على تدوير الملف حول محوره داخل مجال مغناطيسي ويستمر الملف بالدوران باتجاه واحد بسبب وجود المبادل. لاحظ الشكل (35).



الشكل (35)

هل تعلم

من التطبيقات الحديثة للمجال المغناطيسي هو استعماله في بعض اجهزة التصوير الطبية بوساطة الرنين المغناطيسي MRI
(Magnetic Resonance Imaging)



أسئلة الفصل السادس

س1	إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- القوة الدافعة الكهربائيةالمحتثة (emf) تتولد من تغير:

a- المجال الكهربائي.

b- المجال المغناطيسي.

c- فرق الجهد الكهربائي.

d- القوة الميكانيكية.

2- يزداد مقدار التيار المحتث المتولد في دائرة ملف سلكي إذا:

a- تحرك المغناطيس ببطء داخل الملف.

b- تحرك المغناطيس بسرعة داخل الملف.

c- يكون المغناطيس ساكناً نسبة للملف.

d- سُحب الملف ببطء بعيداً عن المغناطيس.

3- يمكن تحويل مولد للتيار المتناوب إلى مولد للتيار المستمر، وذلك برفع حلقتي الزلق منه، وربط طرفي الملف بـ :

a- مبادل.

b- مصباح كهربائي.

c- سلك غليظ.

d- فولطميتر.

4- المولد الكهربائي يحول الطاقة الميكانيكية الى طاقة:

a- كيميائية.

b- كهربائية.

c- مغناطيسية.

d- ضوئية.

5- يعمل المحرك الكهربائي على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة:

a- ميكانيكية.

b- كيميائية.

c- مغناطيسية.

d- ضوئية.

6- أي العوامل التالية لا تزيد قوة المغناطيس الكهربائي لملف:

a- إدخال ساق نحاس داخل جوف الملف.

b- إدخال ساق حديد داخل جوف الملف.

c- زيادة عدد لفات الملف لوحدة الطول.

d- زيادة مقدار التيار المنساب في الملف.

7- لف سلك موصل معزول حول مسمار من حديد مطاوع، وربط طرفي السلك ببطارية فولطيتها مناسبة. أي من العبارات الآتية غير صحيحة لهذه الحالة:

a- مسمار من الحديد المطاوع يكون مغناطيساً كهربائياً.

b- أحد طرفي المسمار يصير قطباً شمالياً والآخر قطباً جنوبياً.

c- يولد المسمار مجالاً مغناطيسياً في المحيط حولهُ.

d- يزول المجال المغناطيسي للمسمار بعد فترة زمنية من إنقطاع التيار.

8- الشحنات الكهربائيية المتحركة تولد:

a- مجال كهربائي فقط.

b- مجال مغناطيسي فقط.

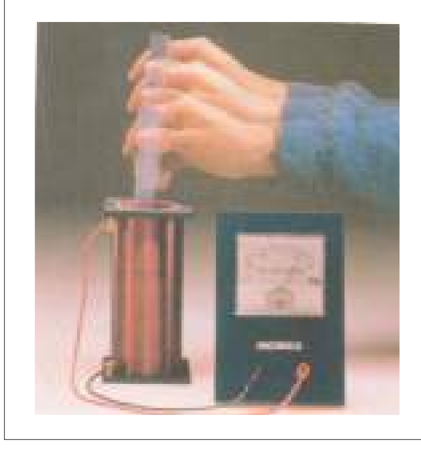
c- مجال كهربائي ومجال مغناطيسي.

س2	بمَ يتميز المغناطيس الكهربائي عن المغناطيس الدائمي ؟

س3	في الشكل المجاور، تتحرك ساق مغناطيسية داخل جوف الملف:

a- ما سبب إنسياب تيار كهربائي في جهاز الملي أميتر المربوط بين طرفي الملف

b- ما مصدر الطاقة الكهربائية المتولدة في الدائرة.



س4	إرسم شكلاً توضح فيه خطوط القوة المغناطيسية لمجال مغناطيسي ناتج عن إنسياب تيار كهربائي مستمر في:

1- سلك موصل مستقيم.

2- حلقة موصلة.

3- ملف سلكي محلزن الشكل.

س5	وضح (مع ذكر السبب) في أي من الحالتين الآتيتين يتأثر سلك موصل مستقيم ينساب فيه تيار كهربائي بقوة مغناطيسية عند وضعه داخل مجال مغناطيسي منتظم:

a- إذا كان طول السلك عمودياً على خطوط المجال المغناطيسي.

b- إذا كان طول السلك موازياً لخطوط المجال المغناطيسي.

س6	يزداد المجال المغناطيسي لملف ينساب فيه تيار كهربائي مستمر عند وضع قطعة حديد في جوفه. علل ذلك؟

س7	ما المكونات الاساسية:

1- للمولد الكهربائي.

2- للمحرك الكهربائي.

س8	ما مبدأ عمل كل من :

a- المحرك الكهربائي.

b- المولد الكهربائي.

س9	ما الفرق بين مولد التيار المتناوب ومولد التيار المستمر من حيث:

a- الأجزاء التي يتألف منها.

b- التيار الخارج من كل منها.



الفصل السابع 7

المحولة الكهربائية Electric Transformer

مفردات الفصل





الأهداف السلوكية

بعد دراسة هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن:

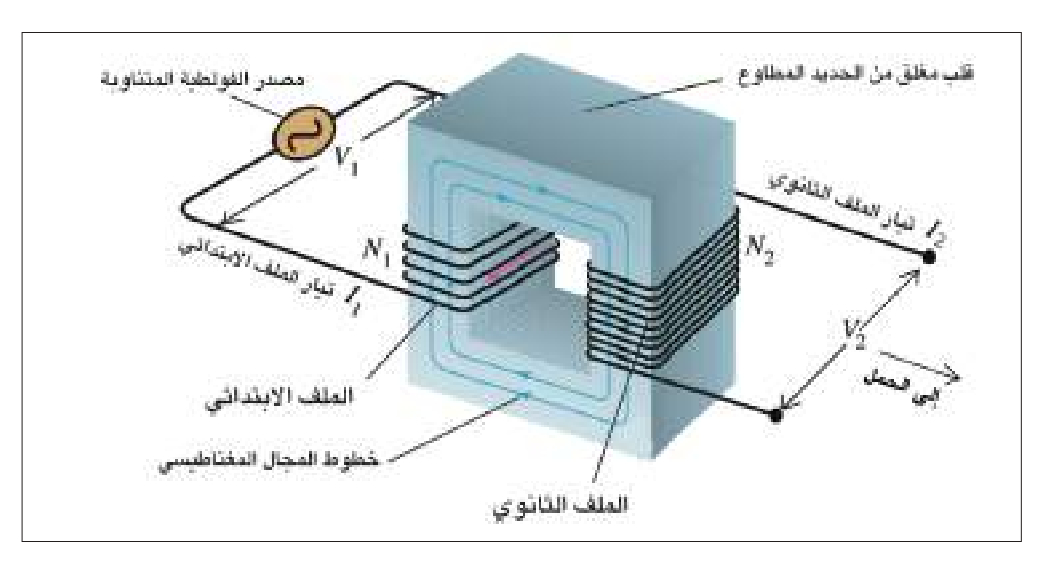
- يُعرف المحولة الكهربائية.
- يذكر أجزاء المحولة الكهربائية.
- يطبق قانون حفظ الطاقة على المحولة الكهربائية المثالية.
- يطبق قانون كفاءة المحولة في حل مسائل رياضية.
- يقارن بين المحولة الرافعة والمحولة الخافضة.
- يعدد خسائر القدرة في المحولة الكهربائية.

المصطلحات العلمية	
Electrical Transformer	المحولة الكهربائية
Step-up Transformer	المحولة الرافعة
Step- down Transformer	المحولة الخافضة
Power stations	محطات القدرة
Load	حمل
Primary coil	الملف الإبتدائي
Secondary coil	الملف الثانوي
High voltage	الفولطية العالية
Source of AC voltage	مصدر الفولطية المتناوبة
Soft iron core	قلب من الحديد المطاوع

Introduction مقدمة

تعد الطاقة الكهربائية من أكثر أنواع الطاقة شيوعاً واستثماراً في المنازل حيث تستعمل في الإضاءة والتدفئة وفي تشغيل جميع الأجهزة الكهربائية وكذلك في تشغيل الأجهزة الكهربائية في المستشفيات والمصانع.

لقد درست في الفصل السادس كيفية توليد تيار محتث في موصل، وكما علمت يتولد التيار المحتث، من تغير خطوط المجال المغناطيسي خلال الموصل في وحدة الزمن، أو نتيجة حصول حركة نسبية بين الموصل والمجال المغناطيسي الواشج للموصل مقترنة بحدوث تغير في الفيض المغناطيسي الواشج.



الشكل (1) مخطط للمحولة الكهربائية

يتطلب في بعض الأحيان تغير مقدار الفولطية المتناوبة ، إما رفعها الى مقدار أكبر أو خفضها الى مقدار أصغر. ولتغيير مقدار الفولطية الخارجة من أي مصدر متناوب، تستعمل بعض المحولات الكهربائية الشكل (1) لرفع مقدار الفولطية كما في جهاز التلفاز.

ويستعمل البعض الآخر لخفض مقدار الفولطية كما في أجهزة المذياع والمسجل وغيرها.

1-7 التيار المحتث

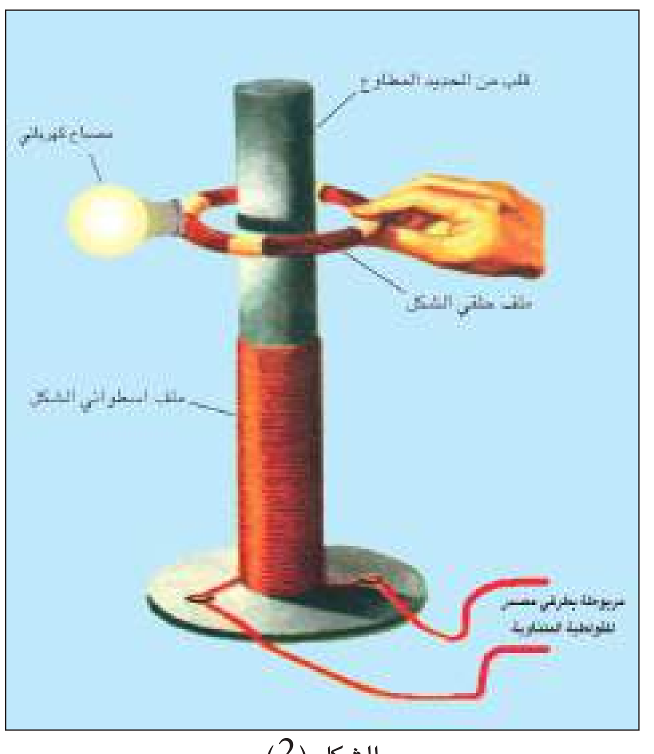
نشاط: توليد تيار محتث في ملف

أدوات النشاط:

ملف بشكل اسطوانة مجوفة (الملف عبارة عن سلك معزول ملفوف يحتوي عدة لفات) ، ملف حلقي الشكل ، مصباح كهربائي يعمل بفولطية مناسبة، مصدرا للفولطية المتناوبة، مفتاح ، ساق من الحديد المطاوع طويل نسبياً.

خطوات العمل:

- نضع داخل الملف الإسطواني ساق حديد مطاوع طويل نسبياً كما في الشكل (2).
- نربط مصدر الفولطية المتناوبة والمفتاح على التوالي بين طرفي الملف الإسطواني (فتدعى هذه الدائرة بدائرة الملف الإبتدائي).
- نربط المصباح الكهربائي بالملف الحلقي (فيدعى هذا الملف بالملف الثانوي).
- نغلق دائرة الملف الإبتدائي (الملف الإسطواني)، نلاحظ توهج المصباح المربوط مع الملف الثانوي.



الشكل (2)

نستنتج من هذا النشاط ما يأتي:

تولد تيار محتث في الملف الثانوي نتيجة لتغير خطوط المجال المغناطيسي في وحدة الزمن المتولد في الملف الإبتدائي والذي سببه انسياب التيار المتناوب فيه.

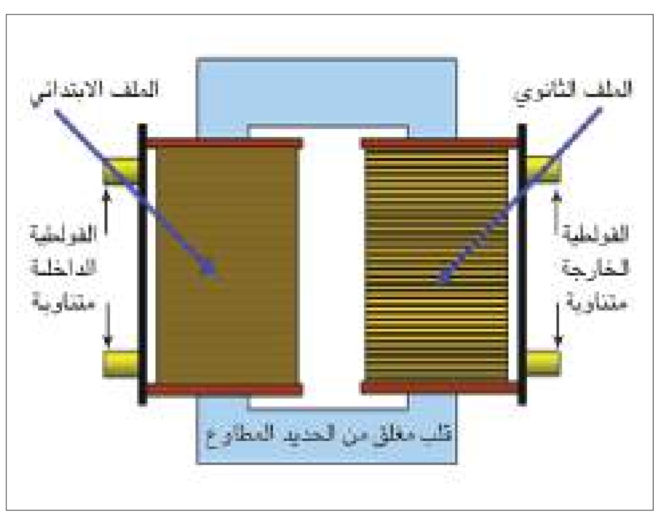
2-7 المحولة الكهربائية وانواعها

المحولة الكهربائية هي جهاز يعمل على رفع الفولطية المتناوبة أو خفضها (أي تعمل على تغير مقدار الفولطية المتناوبة الى مقدار آخر)، فيقل التيار أو يزداد.

والمحولة الكهربائية تتألف من:

ملفين مصنوعين من اسلاك نحاسية معزولة ملفوفة حول قلب مغلق من الحديد المطاوع. لاحظ الشكل (3).

فعند انسياب تيار متناوب في الملف الإبتدائي للمحولة، يولد مجالاً مغناطيسياً متغيراً داخل القلب الحديد. فيشق هذ المجال الملف الثانوي كما يشق الملف الابتدائي.



الشكل (3)

لذا فان المحولة الكهربائية تعد جهازاً من أجهزة التيار المتناوب فهي لا تعمل على التيار المستمر، وذلك لعدم تولد تيار محتث في الملف الثانوي لعدم حدوث تغير في المجال المغناطيسي داخل القلب الحديد.

وان الملف المربوط مع مصدر الفولطية المتناوبة (الفولطية المجهزة للمحولة) والذي عدد لفاته (N_1) يدعى بالملف الابتدائي.

اما الملف الذي يربط مع الحمل (الجهاز الذي يشتغل على المحولة) الذي عدد لفاته (N_2) يدعى بالملف الثانوي.

- بما أن القدرة الكهربائية (P) تساوي حاصل ضرب الفولطية (V) والتيار (I) وتقاس بـ $(Watt)$. أي ان:

$$P = I \times V$$

القدرة الداخلة في الملف الإبتدائي (P_1) = تيار الملف الإبتدائي (I_1) × فولطية الملف الإبتدائي (V_1).

$$P_1 = I_1 \times V_1$$

والقدرة الخارجة من الملف الثانوي (P_2) = تيار الملف الثانوي (I_2) × فولطية الملف الثانوي (V_2).

$$P_2 = I_2 \times V_2$$

وطبقاً لقانون حفظ الطاقة، نجد ان مقدار القدرة المجهزة لدائرة الملف الإبتدائي يساوي مقدار القدرة الخارجة في دائرة الملف الثانوي (على فرض ان المحولة مثالية) وهذا يعني إهمال الضياع الحاصل في الطاقة خلال اسلاك الملفين وخلال القلب الحديد للمحولة أثناء إشتغالها. فيمكن عندئذ تطبيق المعادلة التالية:

القدرة المجهزة لدائرة الملف الإبتدائي = القدرة الخارجة من دائرة الملف الثانوي

أي أن :

$$P_1 = P_2$$

وعندئذ تكون :

$$I_1 \times V_1 = I_2 \times V_2$$

جميع المحولات يحصل فيها ضياع قدرة في اثناء عملها فتكون القدرة الخارجة اقل من القدرة الداخلة.

ويمكن حساب كفاءة المحولة العملية من العلاقة الاتية:

$$\text{كفاءة المحولة } (\eta) = \frac{\text{القدرة الخارجة من ملفها الثانوي } (P_2)}{\text{القدرة الداخلة في ملفها الإبتدائي } (P_1)} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\%$$

وتكون :

$$\frac{\text{الفولطية الخارجة من الملف الثانوي } (V_2)}{\text{الفولطية الداخلة في الملف الإبتدائي } (V_1)} = \frac{\text{عدد لفات ملفها الثانوي } (N_2)}{\text{عدد لفات ملفها الإبتدائي } (N_1)}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

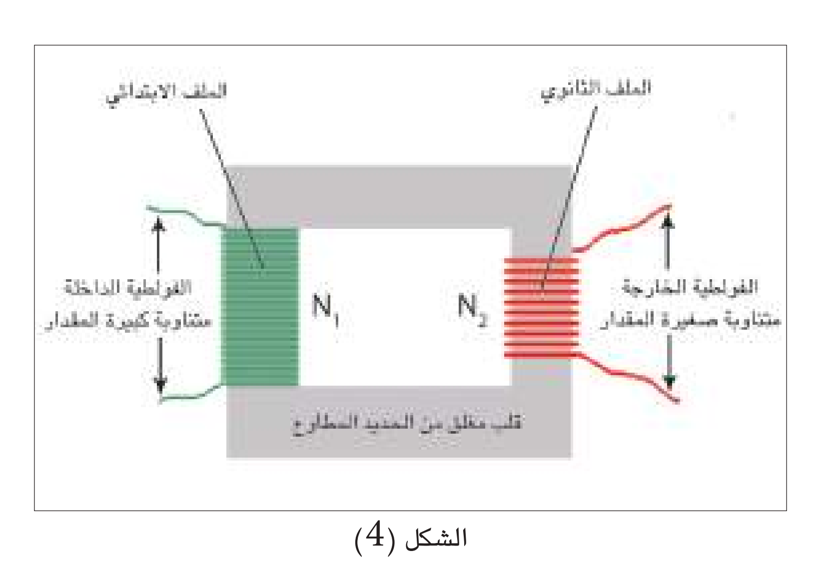
* تدعى النسبة $\frac{N_2}{N_1}$: بنسبة التحويل في المحولة، أو نسبة عدد اللفات.

من الجدير بالذكر: عند نقل الطاقة الكهربائية الى مسافات بعيدة خلال اسلاك توصيل طويلة، فإنها تنقل بفولطية عالية وتيار واطئ وذلك لتقليل الخسارة التي تحصل بسبب المقاومة الكبيرة لهذه الأسلا ك.

المحولات الكهربائية تكون بنوعين:

النوع الأول: محولة خافضة Step- down Transformer

يكون عدد لفات ملفها الثانوي (N_2) أقل من عدد لفات ملفها الإبتدائي (N_1) لاحظ الشكل (4) لذا فإن الفولطية الخارجة من ملفها الثانوي (V_2) أقل من الفولطية الداخلة في ملفها الإبتدائي (V_1).



الشكل (4)

هناك استعمالات عدة لهذا النوع من المحولات اذ ان معظم المحولات الكهربائية المستعملة في الفولطية الداخلة إلى المنازل من هذا النوع وكذلك المحولة المستعملة في مناطق استلام القدرة المجهزة الى المدن لاحظ الشكل (5-a) والمحولة المستعملة في جهاز اللحام الكهربائي لاحظ الشكل (5-b) والمحولة المستعملة في شاحنة الموبايل لاحظ الشكل (5-c).



(a) المحولة الخافضة المستعملة في مناطق استلام القدرة الكهربائية المجهزة الى المدن.

(b) المحولة الخافضة المستعملة في جهاز اللحام الكهربائي.

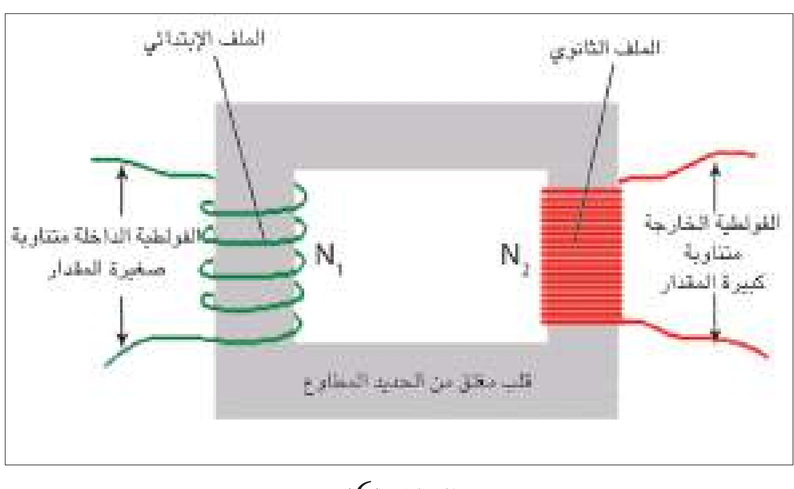
(c) المحولة الخافضة المستعملة في شاحنة الموبايل.

الشكل (5)

النوع الثاني: محولة رافعة Step-up Transformer

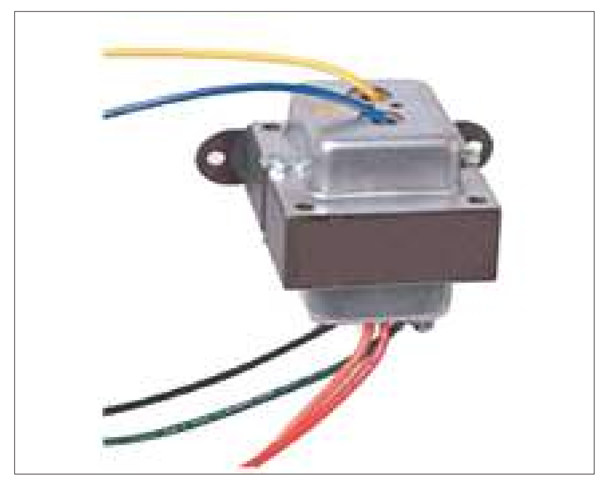
يكون عدد لفات ملفها الثانوي (N_2) أكبر من عدد لفات ملفها الإبتدائي (N_1) لاحظ الشكل (6).

لذا فإن الفولطية الخارجة من ملفها الثانوي (V_2) أكبر من الفولطية الداخلة في ملفها الإبتدائي (V_1).



الشكل (6)

مثل المحولة المستعملة في جهاز التلفاز لتجهيز الفولطية العالية للقاذف الإلكتروني للشاشة لاحظ الشكل (7-a) او المحولات المستعملة في محطات توليد الطاقة الكهربائية عند إرسالها الى المدن لاحظ الشكل (7-b).



(a) محولة رافعة تستعمل في بعض الاجهزة الكهربائية



(b) محولة رافعة في محطات تجهيز الطاقة الكهربائية الى المدن.

الشكل (7)

والعلاقة التالية تربط بين عدد اللفات والفولطية :

$$\frac{\text{الفولطية الخارجة من الملف الثانوي } (V_2)}{\text{الفولطية الداخلة في الملف الإبتدائي } (V_1)} = \frac{\text{عدد لفات ملفها الثانوي } (N_2)}{\text{عدد لفات ملفها الإبتدائي } (N_1)}$$

أي ان:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

وعلى فرض اهمال خسائر القدرة في المحولة الكهربائية، عندئذ تدعى المحولة مثالية والقدرة الخارجة من المحولة تساوي القدرة الداخلة اليها اي ان:

$$P_2 = P_1$$

$$I_2V_2 = I_1V_1$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

وهذا يعني ان المحولة الكهربائية الرافعة للفولطية تكون خافضة للتيار في الوقت نفسه، فالفولطية تتناسب عكسياً مع التيار.

توجد علاقة بين عدد اللفات والتيار في المحولة الكهربائية المثالية.

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

– إذا كانت نسبة التحويل في المحولة $\frac{N_2}{N_1}$ أكبر من الواحد، فالمحولة تكون رافعة للفولطية وبذلك تصير:

(V_2) أكبر من (V_1) وخافضة للتيار $[I_2$ أصغرمن $I_1]$

– وإذا كانت نسبة التحويل في المحولة $\frac{N_2}{N_1}$ أصغر من الواحد، فالمحولة تكون خافضة للفولطية وبذلك تصير:

(V_2) أصغر من (V_1) ورافعة للتيار $[I_2$ أكبر من $I_1]$

تذكر

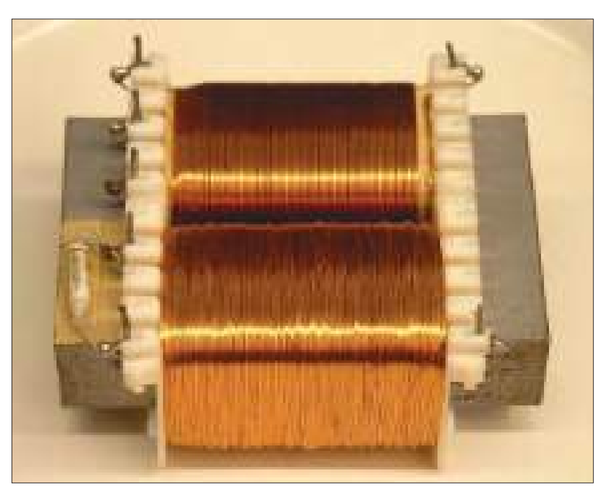
ان المحولة الرافعة للفولطية (Step-up Transformer) تكون خافضة للتيار في الوقت نفسه.

وبالعكس فالمحولة الخافضة للفولطية (Step-down Transformer) تكون رافعة للتيار في الوقت نفسه.

3-7 خسائر القدرة في المحولة الكهربائية

ومن انواع هذه الخسائر:

1- خسارة ناتجة عن مقاومة أسلاك الملفين:

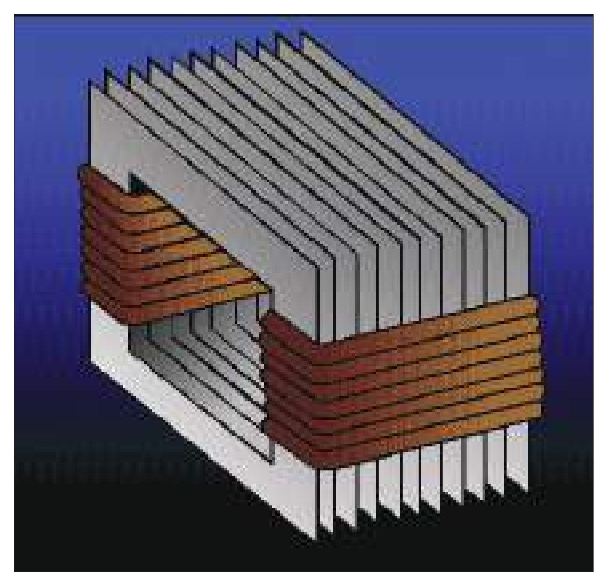


الشكل (8)

وتظهر بشكل طاقة حرارية في اسلاك الملفين الإبتدائي والثانوي في أثناء إشتغال المحولة وهي ناتجة عن المقاومة الأومية لاسلاك الملفين.

* لتقليل هذه الخسارة تصنع اسلاك الملفين من مادة ذات مقاومة صغيرة المقدار (من النحاس) لاحظ الشكل (8).

2- خسارة التيارات الدوامة:



الشكل (9) ترتيب صفائح الحديد المعزولة عن بعضها في قلب المحولة

وتظهر بشكل طاقة حرارية في القلب الحديد للمحولة أثناء إشتغالها، بسبب التغير الحاصل في خطوط المجال المغناطيسي خلال قلب الحديد، والذي يولد تيارات محتثة داخل القلب الحديد تسمى بالتيارات الدوامة.

* لتقليل هذه الخسارة يصنع قلب المحولة بشكل صفائح من الحديد المطاوع رقيقة ومعزولة بعضها عن بعض كهربائيا ومكبوسة كبسا شديداً ومستواها موازٍ للمجال المغناطيسي. لاحظ الشكل (9).

مثال (1)

محولة كهربائية ربط ملفها الابتدائي مع مصدر للفولطية المتناوبة(240V) والجهاز الكهربائي (الحمل) المربوط مع ملفها الثانوي يشتغل على فولطية متناوبة (12V) وكان عدد لفات ملفها الإبتدائي (500 turn).

(1) ما نوع هذه المحولة ؟ (2) احسب عدد لفات ملفها الثانوي.

الحل :

1- المحولة خافضة. لأن فولطية ملفها الثانوي (V_2 = 12V) أصغر من فولطية ملفها الابتدائي (V_1= 240V).

2- V_1=240V ، N_1= 500 turn

V_2=12V ، N_2 = ?

نطبق العلاقة الاتية:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

فتكون:

$$\frac{12V}{240V} = \frac{N_2}{500\,turn}$$

$N_2 = 25\,turn$ **عدد لفات ملفها الثانوي**

مثال (2)

إذا كانت القدرة الداخلة في الملف الابتدائي لمحولة كهربائية (220W) وخسائر القدرة فيها (11W) جد كفاءة المحولة ؟

الحل:

خسائر القدرة في المحولة = القدرة الداخلة – القدرة الخارجة

$$P_{lost} = P_1 - P_2$$

$$11 = 220 - P_2$$

$$P_2 = 209\,W$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \times 100\%$$

$$= \frac{209W}{220W} \times 100\%$$

$\eta = 95\%$ **كفاءة المحولة**

أسئلة الفصل السابع

س1	إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- التيار المتناوب المنساب في الملف الثانوي لمحولة كهربائية هو تيار محتث يتولد بوساطة:

a- مجال كهربائي متغير.

b- مجال مغناطيسي متغيرخلال قلب الحديد.

c- قلب حديد للمحولة.

d- حركة الملف.

2- النسبة بين فولطية الملف الثانوي وفولطية الملف الابتدائي في المحولة الكهربائية لا يعتمد على:

a- نسبة عدد اللفات في الملفين.

b - مقاومة اسلاك الملفين

c- الفولطية الخارجة من الملف الابتدائي .

d- الفولطية الخارجة من الملف الثانوي .

3- اذا كان عدد لفات الملف الابتدائي لمحولة مثالية (800 turn) وللثانوي (200 turn) وكان التيارالمنساب في الملف الثانوي (40A) فأن التيار المنساب في الملف الأبتدائي :

a- 10A

b- 80 A

c- 160A

d- 8000A

4- محولة كهربائية عدد لفات ملفها الثانوي (300 turn) وعدد لفات ملفها الابتدائي (6000 turn). فاذا كانت الفولطية المتناوبة المطبقة على ملفها الابتدائي (240V) فأن الفولطية الخارجة من ملفها الثانوي تكون:

a- 12V

b- 24V

c- 4800V

d- 80V

5- محولة مثالية (خسائرها مهملة)،عدد لفات ملفها الأبتدائي (600turn)، وعدد لفات ملفها الثانوي (1800turn) وكانت القدرة المتناوبة الداخلة في ملفها الابتدائي (720W) بفولطية (240V) فأن تيار ملفها الثانوي يساوي:

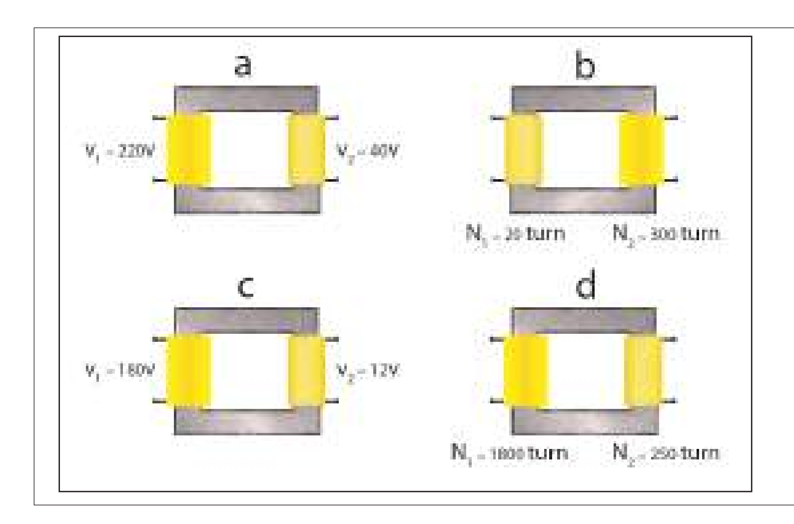
a- 1A

b- 3A

c- 0.1A

d- 0.3A

6- الشكل التالي يبين أربع أنواع من المحولات الكهربائية، وطبقاً للمعلومات المعطاة في أسفل كل شكل، بين أي منها تكون محولة رافعة ؟



س2	بماذا تختلف المحولة الرافعة عن المحولة الخافضة؟
س3	ماهو اساس عمل المحولة الكهربائية؟
س4	وضح كيف تعمل المحولة الكهربائية على تغير مقدار الفولطية ؟
س5	في أي المجالات تستعمل المحولة الكهربائية ؟
	1- الرافعة 2- الخافضة
س6	وضح الفائدة الإقتصادية من نقل القدرة الكهربائية الى مسافات بعيدة بفولطية عالية وتيار واطيء؟
س7	لماذا تحتاج المحولة الكهربائية لإشتغالها الى تيار متناوب ؟
س8	هل تعمل المحولة الكهربائية لو وضعت بطارية بين طرفي ملفها الابتدائي وضح ذلك؟

س9	لتجهيز القدرة الكهربائية من محطة توليدها الى مصنع كبير يبعد عنها ببعد معين .ما نوع المحولة الكهربائية المستعملة:
	1- في بداية خطوط نقل القدرة عند محطة الارسال. 2- في نهاية خطوط نقل القدرة قبل دخولها المصنع.

المسائل

س1	محولة (كفاءتها 100%) ونسبة التحويل فيها ($\frac{1}{2}$) تعمل على فولطية متناوبة (220V) والتيار المنساب في ملفها الثانوي (1.1A) أحسب:
	1- فولطية الملف الثانوي. 2- تيار الملف الابتدائي. ج: 1- 110V 2- 0.55A

س2	محولة كهربائية كفاءتها (80%) والقدرة الخارجة منها (4.8 kW)، ما مقدار القدرة الداخلة في المحولة؟
	ج: 6kW

س3	محولة كهربائية كفاءتها (95%)، إذا كانت القدرة الداخلة فيها (9.5 kW). ما مقدار القدرة الخارجة منها ؟
	ج: 9.025kW

س4	مصباح كهربائي مكتوب عليه فولطية (6V) وقدرة (12W). ربط هذا المصباح مع الملف الثانوي لمحولة كهربائية ، وربط ملفها الأبتدائي مع مصدر للفولطية المتناوبة (240V) وكان عدد لفات ملفها الإبتدائي (8000turn). فتوهج المصباح توهجا اعتيادياً. (أعتبر المحولة مثالية) أحسب:
	1- عدد لفات ملفها الثانوي 2- التيار المنساب في المصباح. 3- التيار المنساب في الملف الابتدائي. ج: 1- 200 turn 2- 2A 3- 0.05 A



الفصل الثامن 8

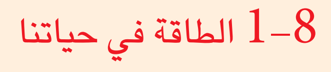
تكنولوجيا مصادر الطاقة Energy Sources technology

مفردات الفصل









1–8 الطاقة في حياتنا



2–8 المصادر الحالية للطاقة

1–2–8 مصادر الطاقة الاحفورية

2–2–8 مصادر الطاقة المائية

3–2–8 مصادر الطاقة النووية



3–8 المصادر البديلة للطاقة (مصادر الطاقة المتجددة)

1–3–8 تكنولوجيا الطاقة الشمسية

– استثمار الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء

– التطبيقات الحرارية للطاقة الشمسية

– كفاءة تحويل الطاقة للخلية الشمسية

2–3–8 تكنولوجيا طاقة الرياح (أو الطاقة الهوائية)

3–3–8 تكنولوجيا طاقة الوقود الحيوي

4–3–8 تكنولوجيا طاقة المد والجزر

الأهداف السلوكية

بعد دراسة هذا الفصل ينبغي ان يكون الطالب قادراً ان:

- يوضح مدى اهمية الطاقة في حياتنا.
- يعرف مفهوم الطاقة.
- يحدد انواع الطاقات التي يستثمرها الانسان.
- يعدد انواع الطاقات غير المتجددة.
- يعدد انواع الطاقات المتجددة.
- يوضح الفرق بين الطاقات المتجددة وغير المتجددة.
- يحدد فوائد تطبيقات الطاقات المتجددة.
- يذكر اهمية استعمال انواع مختلفة من الطاقة المتجددة.
- يشرح فوائد تطبيقات الطاقة الشمسية.
- يذكر فوائد الخلايا الشمسية وتطبيقاتها.

المصطلحات العلمية	
الطاقة	Energy
المصادر المائية للطاقة	Hydropower energy sources
مصادر الطاقة النووية	Nuclear energy sources
مصادر الطاقة غير المتجددة	Non-Renewable energy sources
مصادر الطاقة المتجددة	Renewable energy sources
الخلية الشمسية	Solar cell
طاقة الرياح	Wind energy
طاقة الوقود الحيوي	Biofuel energy
طاقة المد والجزر	Tidal energy
التيار المتناوب	Alternating current (AC)
التيار المستمر	Direct current (DC)

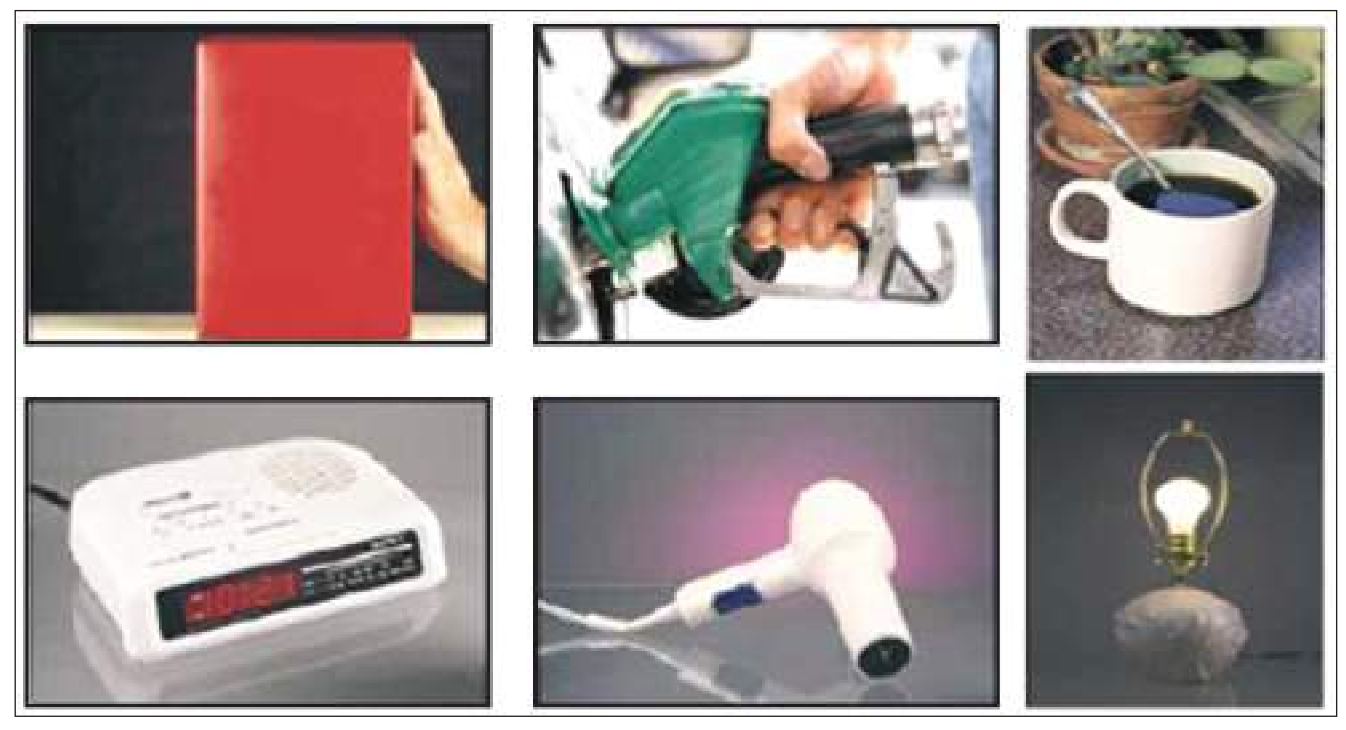
1-8 الطاقة في حياتنا



الشكل (1) اجهزة مختلفة مستهلكة للطاقة تستعمل في حياتنا اليومية

الطاقة هي احدى المقومات الرئيسة للمجتمعات المتحضرة ونحتاج اليها في تسيير حياتنا اليومية حيث تستعمل الطاقة في تشغيل كثير من المصانع وفي تحريك وسائط النقل المختلفة وفي تشغيل الادوات المنزلية وغير ذلك من الاغراض.

وكما هو معروف ان هناك صور متعددة للطاقة لاحظ الشكل (2) كالضوء والحرارة والصوت والطاقة الميكانيكية التي تحرك الآلات والطاقة الكيميائية المخزونة في أواصر الذرات والجزيئات والطاقة النووية والتي يمكن تحويلها إلى طاقة كهربائية.



الشكل (2) انواع الطاقات

وقد تعرفنا في فصول سابقة انه يمكن تحويل الطاقة من صورة إلى اخرى وان الطاقة هي المقدرة على انجاز شغل. ونستعمل وحدات متعددة لقياس مقدار الطاقة وحسب نوع الطاقة المستعملة واهم وحدات الطاقة هي:

الجول (Joule)

1 جول = 1 نيوتن × 1 متر

$$(1\ \text{Joule}) = (1\ \text{Newton}) \times (1\ \text{meter})$$

وهناك وحدات اخرى مثلاً:

$$1\ (\text{Kilowatt} - \text{hour}) = 3.6 \times 10^{6}\ \text{Joule}$$

$$1\ (\text{Horse power} - \text{hour}) = 2.68 \times 10^{6}\ \text{Joule}$$

اما الوحدات الاخرى للطاقة والتي تستعمل في حالات الجسيمات الأولية كالجزئيات والذرات ومكوناتها هي (الالكترون – فولط) (electron volt) ومختصرها eV وان:

$$1\ \text{e V} = 1.6 \times 10^{-19}\ \text{joule}$$

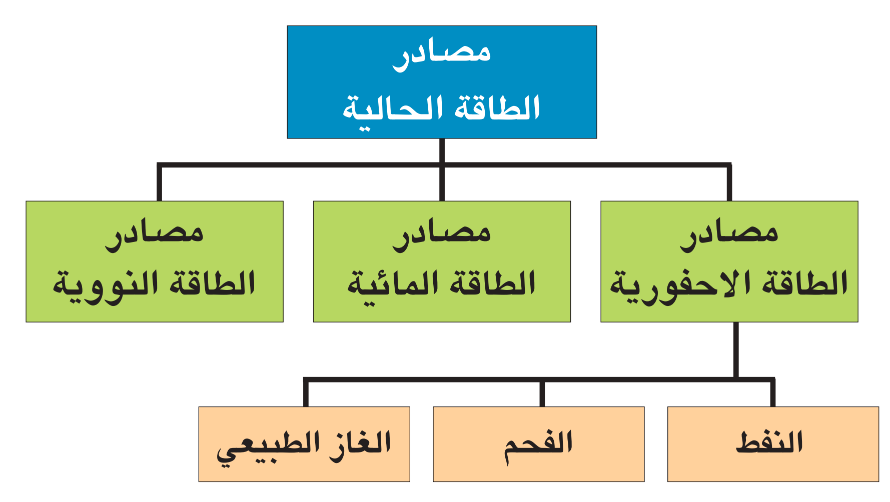
2-8 المصادر الحالية للطاقة

لم يدخر الانسان جهداً منذ فجر التاريخ في استثمار كافة مصادر الطاقة المحيطة به والتي تزوده بالجزء الاساس والاكبر من احتياجاته من الطاقة مثل الحصول على الطاقة من مساقط المياه أو من حركة الرياح وكذلك استثمار الطاقة الشمسية، وحتى الان ومايزال بعض الناس يستعملون اخشاب الاشجار في تلبية جزء من متطلباتهم من الطاقة.

ويمكن تقسيم مصادر الطاقة الحالية في العالم إلى ثلاثة اقسام رئيسة وهي:

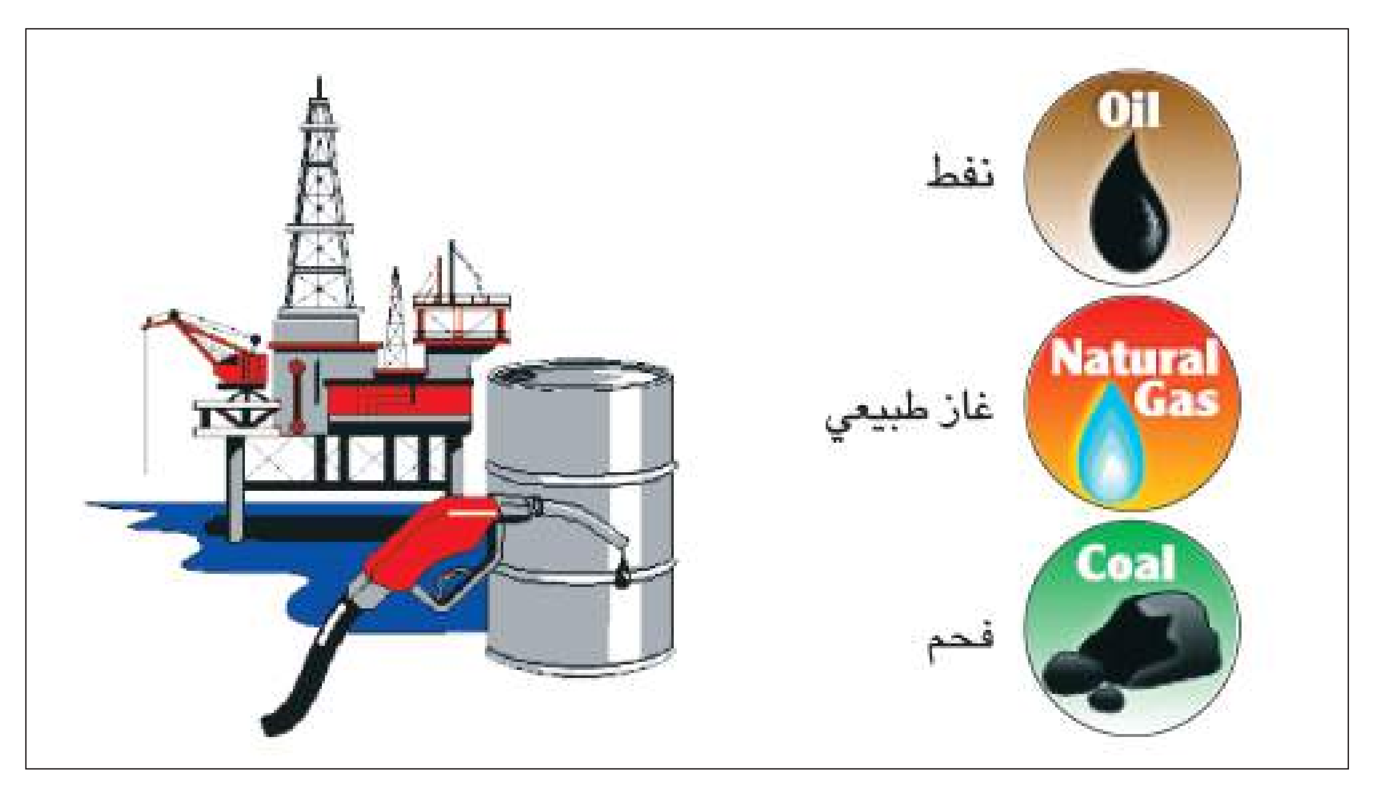
1– المصادر الاحفورية.
2– مصادر الطاقة المائية.
3– مصادر الطاقة النووية.

ويمكن وصفها حسب المخطط الاتي:



1-2-8 مصادر الطاقة الاحفورية

ان مصادر الطاقة الاحفورية تشترك في انها تتكون من عنصري الكاربون والهيدروجين، أي المواد الهيدروكاربونية اضافة إلى نسب مختلفة من الماء والكبريت والأوكسجين والنتروجين واكاسيد الكاربون. وتُعد مصادر الطاقة الاحفورية من مصادر الطاقة غير المتجددة بمعنى اخر ان احتياطي العالم منها يتناقص بشكل مستمر لان معدل تكونها اقل بكثير من معدل استهلاكها. ومصادر هذه الطاقة هي النفط والفحم والغاز الطبيعي، لاحظ الشكل (3).



الشكل (3)

ومن أهم استعمالات الوقود الاحفوري هي:

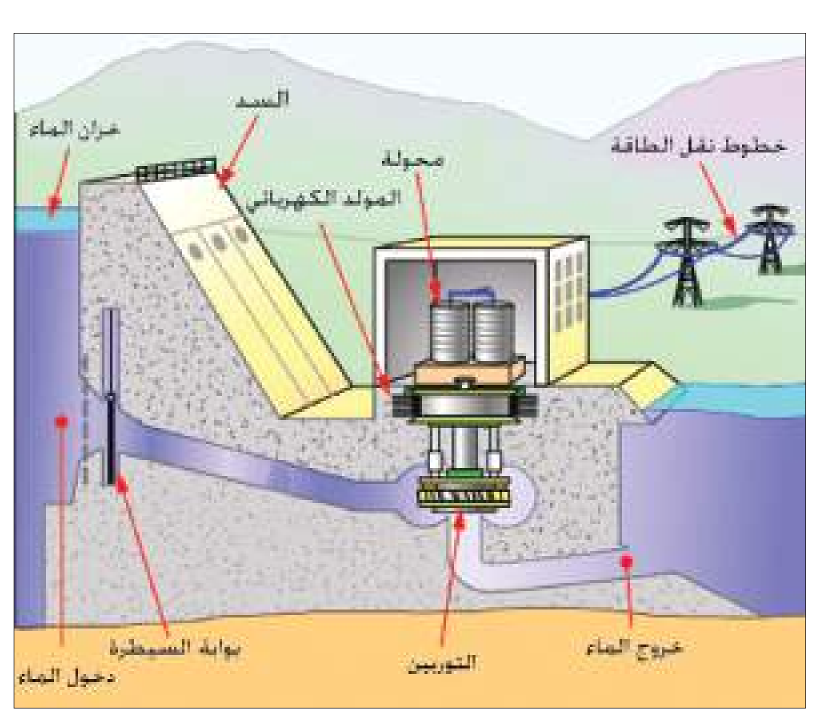
a- توليد الكهرباء حيث تستعمل الحرارة الناتجة من حرق الوقود في تسخين الماء لانتاج البخار الذي يستعمل في إدارة التوربينات الموصلة بمولدات الكهرباء.

b- تشغيل وسائل النقل المختلفة.

c- يستعمل كوقود مباشر لاغراض الطهي والتسخين.

2-2-8 مصادر الطاقة المائية

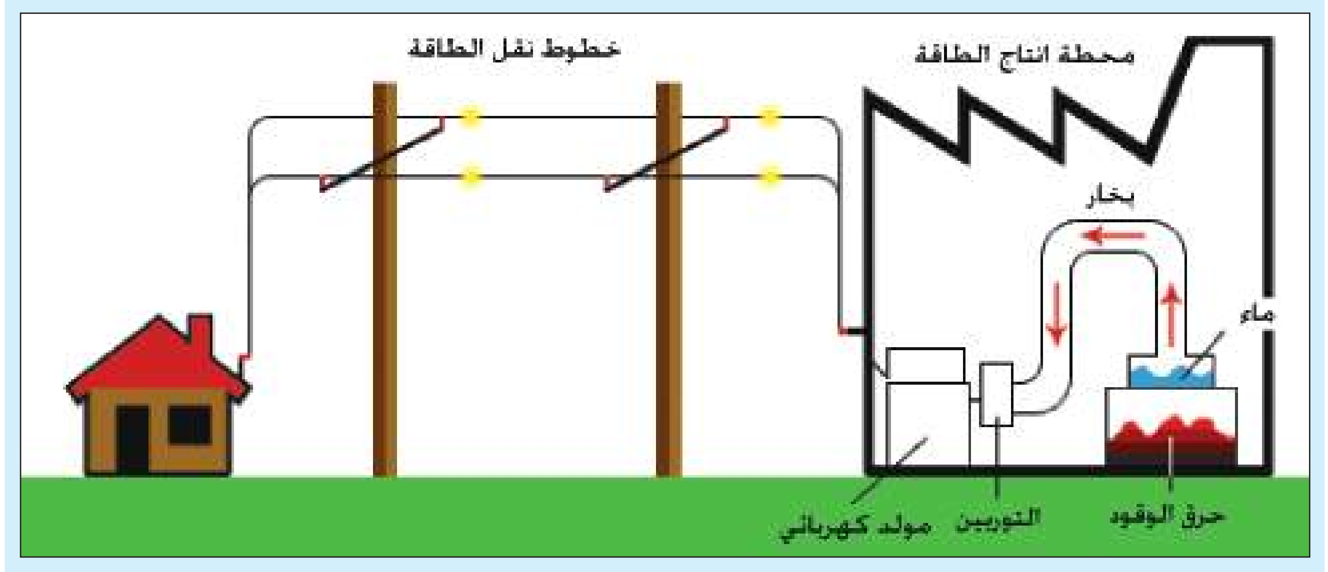
ان مفهوم مصادر الطاقة المائية يعتمد بالاساس على مبدأ تحويل طاقة الوضع المختزنة (Potential energy) (الكامنة) في المياه المحفوظة خلف السدود أو في اماكن مرتفعة وتحولها إلى طاقة ميكانيكية (حركية) في اثناء سقوط الماء اذ يتدفق الماء خلال مجرى أو انبوب إلى توربين مائي أو توربين هايدروليكي، لاحظ الشكل (4) وعندما يندفع الماء خلال التوربين يدور محور التوربين الذي بدوره يقوم بتدوير المولدات الكهربائية الكبيرة المرتبطة به فتنتج الطاقة الكهربائية.



شكل (4) يوضح مكونات احدى المحطات الكهرومائية لتوليد الطاقة الكهربائية (الشكل للاطلاع فقط)

هل تعلم

هناك محطات بخارية (حرارية) تولد الطاقة الكهربائية وهي تعمل بالوقود حيث يحرق الوقود، والحرارة المتولدة تحول بدورها الماء إلى بخار في غلايات (مراجل) ضخمة وبعدها يستعمل البخارالناتج عالي الضغط لادارة توربينات ضخمة التي بدورها تقوم بتدوير مولدات كبيرة تعمل على توليد الكهرباء. لاحظ الشكل.



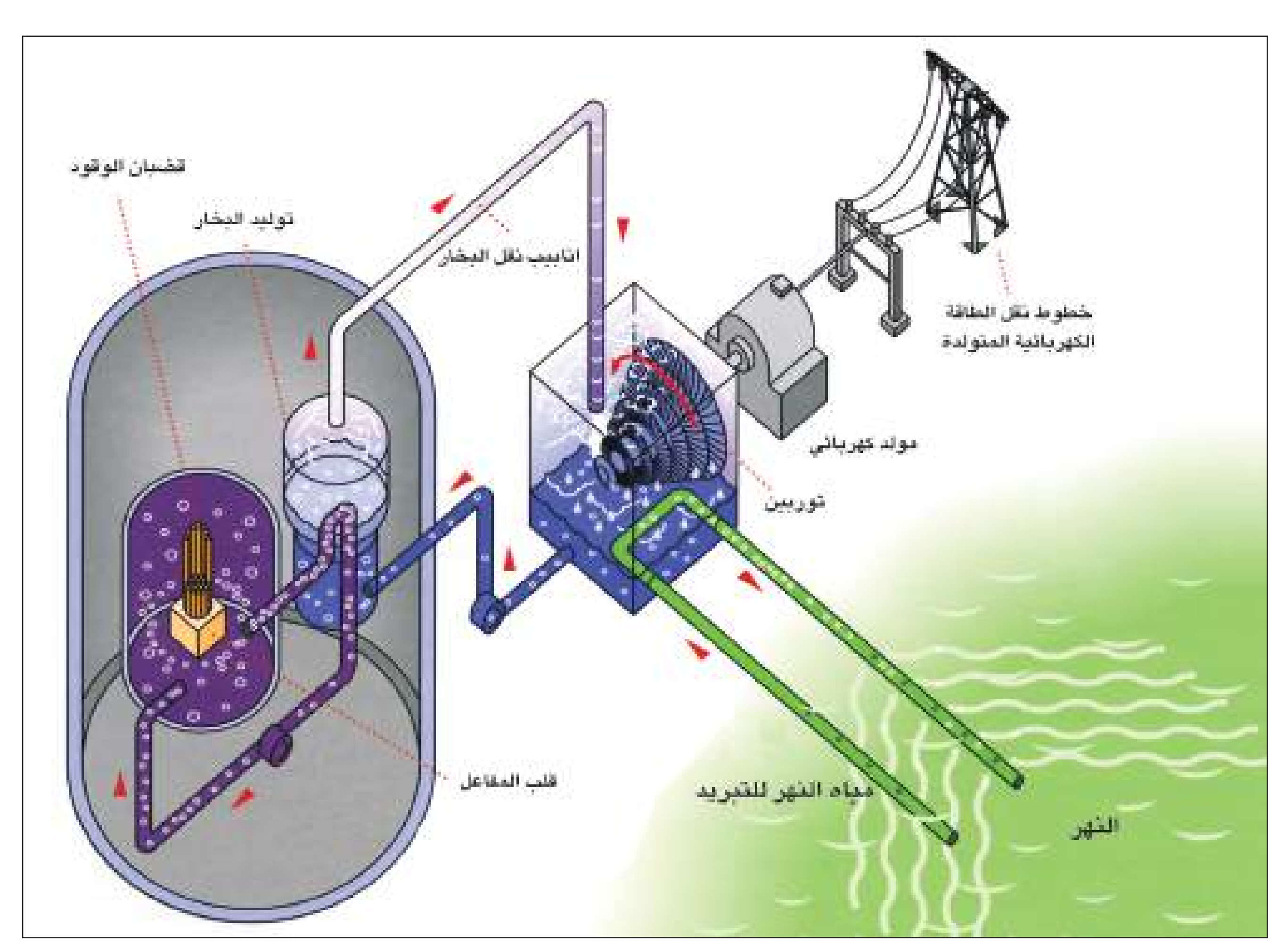
مخطط يوضح مكونات احد المحطات البخارية (المحطات الحرارية لتوليد الطاقة الكهربائية) (الشكل للاطلاع فقط)

3-2-8 مصادر الطاقة النووية

تنتج محطات الطاقة النووية الطاقة الكهربائية بالاسلوب المتبع نفسه في المحطات البخارية (الحرارية) ولكنها تستعمل منظومة تسمى المفاعل النووي (nuclear reactor) بدلاً من غرفة احتراق الوقود. اذ ينتج المفاعل النووي طاقة حرارية هائلة جداً عن طريق انشطار (fission) نوى ذرات عنصر ثقيل مثل عنصر اليورانيوم (235) والذي يستعمل كوقود نووي للمفاعل ويستفاد من الحرارة الناجمة عن الانشطار النووي لتحويل الماء إلى بخار ويدُور البخار التوربين البخاري لاحظ الشكل (5) الذي بدوره يقوم بتدوير المولد الكهربائي الذي يولد الكهرباء.

هل تعلم

اليورانيوم عنصر مشع رمزه الكيميائي U يتكون في الطبيعة من ثلاثة نظائر هي: U-238 و U-235 و U-234. ونظير U-238 يتواجد بكثرة في الطبيعة بنسبة تقارب 99.3% من خام اليورانيوم، اما U-235 فهو النظير المهم والفعال والقابل للانشطار ونسبته هي اقل من 1%، وتتم عملية فصله وتجميعه في عملية يطلق عليها التخصيب ويتم بطرائق عدة منها، الليزر او الانتشار الغازي او جهاز الطرد المركزي.



شكل (5) يوضح توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة النووية (الشكل للاطلاع فقط)

3-8 المصادر البديلة للطاقة (مصادر الطاقة المتجددة)
Renewable energy sources

نعيش الان مرحلة العد التنازلي لمصادر الطاقة الاحفورية من فحم وغاز ونفط وهذه المصادر التي اسهمت بشكل فعال في تشكيل نمط حياتنا الحالية فضلاً عن محدودية هذه المصادر فان مشكلات التلوث المرافقة لاستعمالها تتزايد يوما بعد يوم، وقد بذلت وما زالت تبذل محاولات كثيرة للبحث عن مصادر بديله للطاقة تكون اكثر ديمومة من مصادر الطاقة الاحفورية القابلة للنفاذ، والاسباب الاتية جعلت استعمال الطاقة المتجددة تُفضل على انواع من الطاقة غير المتجددة:

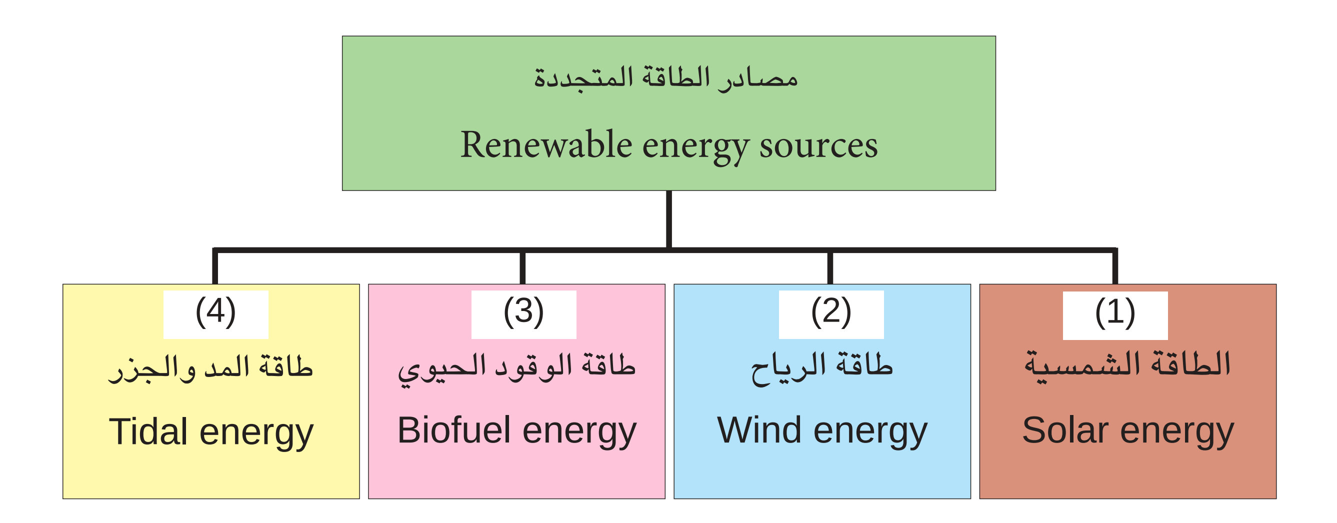
1- لانها طاقة لا تستنفذ.

2- لانها طاقة نظيفة (غير ملوثة) على عكس انواع الوقود الاحفوري الذي ينبعث منه عند احتراقه مواد هيدروكاربونية تؤثر في البيئة.

3- يمكن ان تكون متاحة محليا خلافا للوقود الاحفوري.

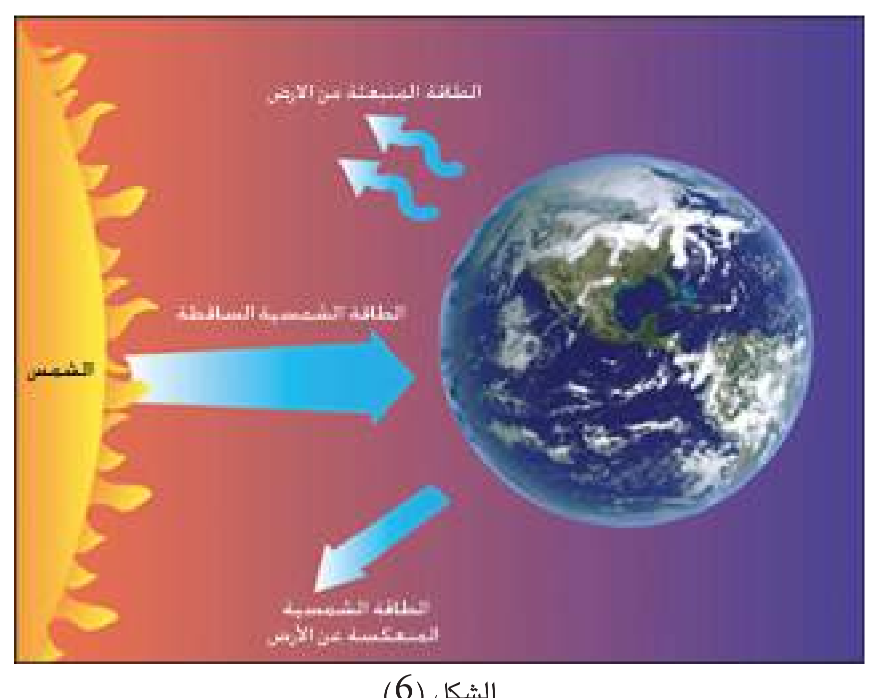
4- قلة تكاليف انتاج الطاقة منها.

أن اهم مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة البديلة) موضحة في المخطط الآتي:



1-3-8 تكنولوجيا الطاقة الشمسية

الطاقة الشمسية التي تستقبلها الارض هي مصدر الحياة على سطحها والمصدر المباشر وغير المباشر لمختلف انواع الطاقات المتوافرة عليها، لاحظ الشكل (6).



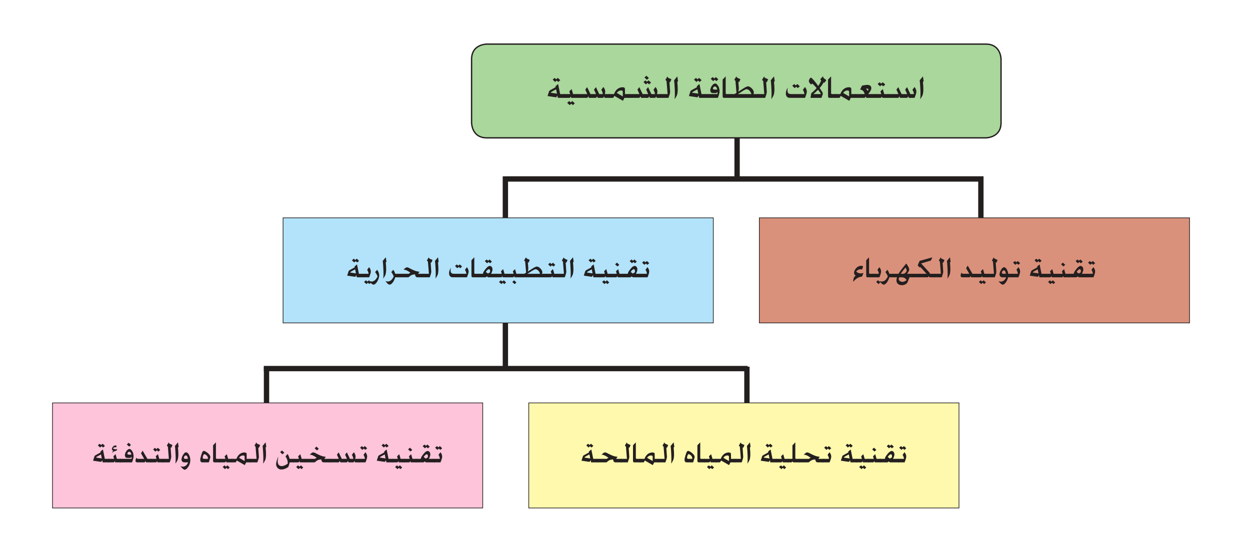
الشكل (6)

وتُعد تكنولوجيا الطاقة الشمسية أحد اهم الاساليب المتبعة علمياً لتوفير بعض الطلب العالمي على مصادر الطاقة التي يحتاجها الانسان في حياته اليومية.

وقد شهد هذا القطاع تطورات تقنية وتصاميم هامة جدا اهلته ان يكون في طليعة مصادر الطاقة المتجددة.

تتميز الطاقة الشمسية بسهولة توفرها في الكثير من بقاع العالم وخلوها من أي تاثيرات سلبية على البيئة حيث لاتتسبب في انطلاق غازات أو مواد كيميائية ضارة بالبيئة أو الانسان.

ويمكن توضيح مجالات استثمار الطاقة الشمسية في حياتنا اليومية من خلال المخطط الآتي:



الخلية الشمسية Solar cell

ان الخلايا الشمسية التي تسمى ايضاً بخلايا الفوتوفولطيك (photovoltaic cells) وكلمة فوتوفولطيك هو اسم مشتق من طبيعة عمل الخلية الشمسية، فكلمة فوتو (photo) تعني ضوء وفولطيك (voltaic) تعني فرق جهد كهربائي.

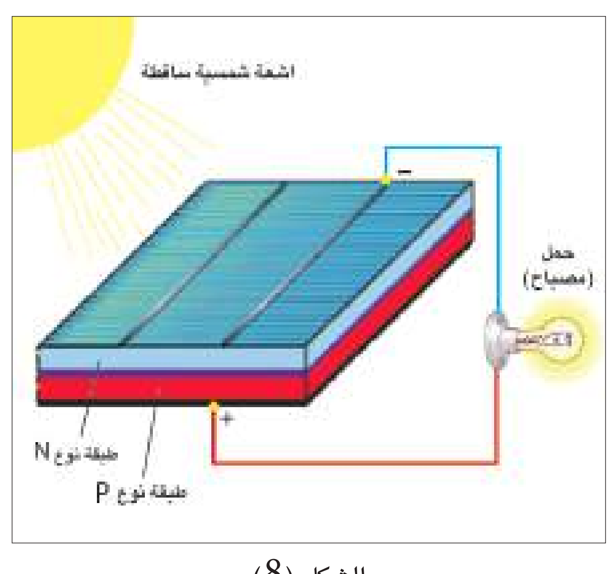
وعلى هذا الاساس فان **مبدأ عمل الخلية الشمسية يقوم على تحويل طاقة ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية** لاحظ الشكل (7).

وتُصنع الخلية الشمسية (خلية الفوتوفولطيك) من طبقة رقيقة من المواد شبه الموصلة (semiconductors) مثل السيليكون (silicon) مضافاً اليه بعض الشوائب كالفسفور (phosphorous) أو البورون (boron) بنسب معينة للحصول على تركيبة معينة تحول الضوء الى طاقة كهربائية.



الشكل (7)

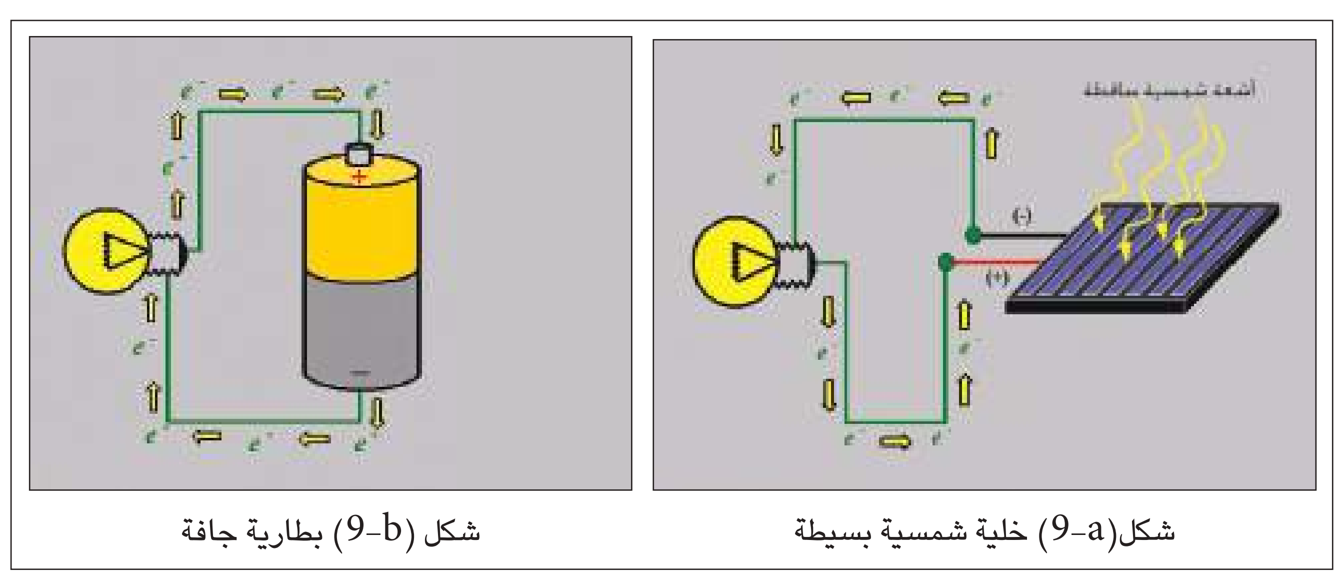
من الشكل (8) نلاحظ ان الطبقة العليا من الخلية الشمسية تتكون من السيليكون المشوب بالفسفور (يسمى نوع N أي يوفر الكترونات) والطبقة السفلى منها هي من السيليكون المشوب بالبورون (يسمى نوع p أي يكتسب الكترونات) ثم توضع طبقة رقيقة جدا على وجه الخلية الشمسية لتمنع انعكاس الضوء وتغطى الخلية الشمسية بلوح زجاجي لحمايتها من التاثيرات الجوية.



الشكل (8)

كما توجد نقطتان للتوصيل الخارجي بالدائرة الخارجية.

من الجدير بالذكر ان الخلايا الشمسية تجهزنا بالقدرة الكهربائية المستمرة، (تيار كهربائي مستمر DC) كما هوالحال عند استعمال البطاريات الجافة التي تعطينا التيار المستمر ولكن اختلافهما يكمن في ان البطارية الجافة تعمل على وفق طاقة التفاعل الكيميائي الكهربائي (Electro-chemical reaction) حيث تتحول إلى تيار كهربائي في حين تعمل الخلية الشمسية على طاقة اشعة الشمس للحصول على تيار كهربائي، لاحظ الشكل (9-a ، b).

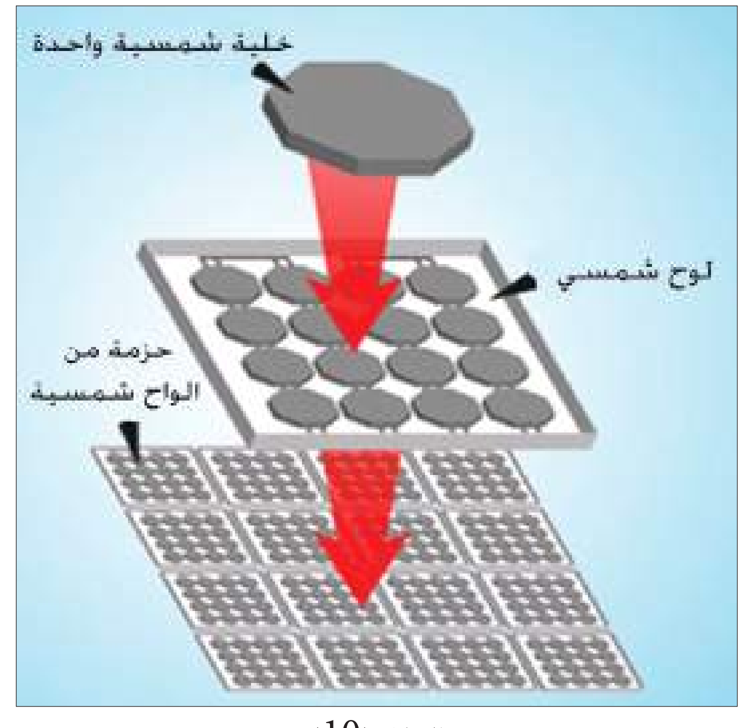


شكل(9-a) خلية شمسية بسيطة

شكل (9-b) بطارية جافة

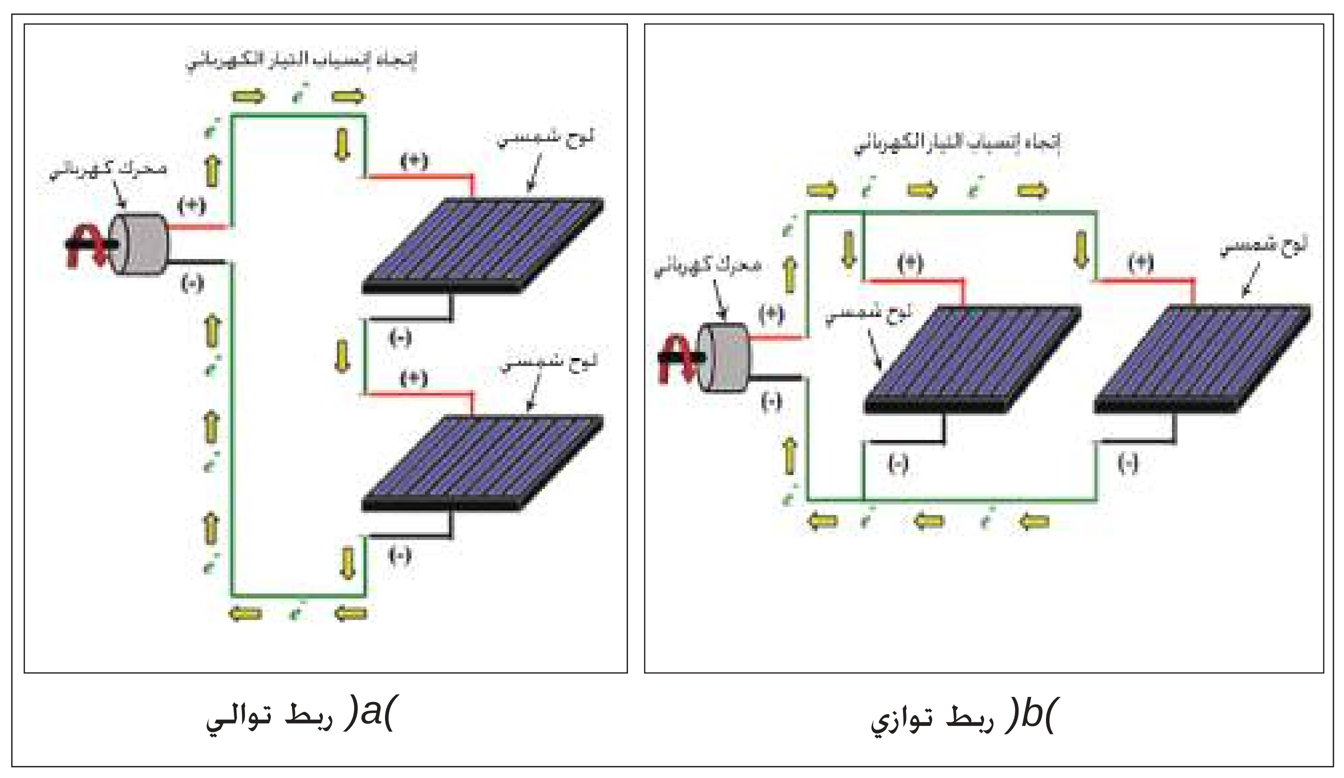
الشكل (9)

ان التيار والجهد الكهربائي المتولد من خلية واحدة لا يكفي للتغذية بالقدرة الكهربائية اللازمة، اذ ان الخلية الواحدة تولد ما بين (1-2 watt) وهي قدرة قليلة، لذلك يستعمل عدد من هذه الخلايا توصل فيما بينها على شكل الواح شمسية (panles) لاحظ الشكل (10).



الشكل (10)

تربط عادة اما على التوالي مع بعضها لغرض زيادة الفولطية الناتجة من المنظومة أو على التوازي لزيادة التيار الناتج لاحظ الشكل (11-a ، b).



a) ربط توالي

b) ربط توازي

الشكل (11)

كما ان الفولطية التي يجهزها اللوح الشمسي تتغير مع تغيرمقاومة الحمل المستعمل مثل مصباح كهربائي أو محرك كهربائي يعملان بالتيار المستمر وغيرها. ومن ذلك نستطيع القول ان القدرة المستمرة التي تجهزنا بها الخلية الشمسية تعطى بالعلاقة الاتية:

القدرة المستمرة (Watt) = التيار (Ampere) × الفولطية (Volt)

DC Power (Watt) = Current (Ampere) × Voltage (Volt)

$$P = I \times V$$

يمكن استعمال الخلايا الشمسية لاعادة شحن البطاريات (rechargable batteries) والتي يمكن استعمالها في أي وقت نحتاج الكهرباء، لاحظ الشكل (12) اذ تتالف الدائرة من جهاز يسمى العاكس (Inverter) يقوم بتحويل التيار المستمر DC المجهز من البطارية المشحونة إلى تيار متناوب AC لتشغيل الاجهزة الكهربائية المختلفة في البيوت.

شكل (12) استعمال الخلايا الشمسية في البيوت

ويعتمد زمن شحن البطارية على قدرة الألواح الشمسية من حيث عدد خلاياها ومساحتها لاحظ الشكل (13).



شكل (13) الواح الخلايا الشمسية

وان انتاج الطاقة الكهربائية في الخلايا الشمسية يتناسب طرديا مع شدة الاشعاع الشمسي الساقط عليها وبحدود معينة. ولايجاد القدرة القادمة من الشمس والتي تسقط على خلية شمسية معينة يتم بضرب مساحة الخلية الشمسية A بوحدات (m^2) في شدة الاشعاع الشمسي الساقط على تلك الخلية والتي هي بحدود $1400 \frac{Watt}{m^2}$. لاحظ الشكل(14).



الشكل (14)

اي ان :

القدرة الشمسية القادمة من الشمس (القدرة الداخلة) = شدة الاشعاع الشمسي الساقط × المساحة السطحية للخلية الشمسية

Input solar power = incident radiation intensity × solar cell surface area

كفاءة تحويل الطاقة للخلية الشمسية
The Conversion Efficiency of Solar Cell Energy

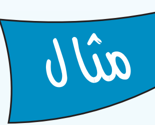
ان كفاءة تحويل الطاقة للخلية الشمسية هي النسبة بين القدرة الخارجة إلى القدرة الداخلة، اي ان:

كفاءة تحويل الطاقة للخلية الشمسية = $\frac{\text{القدرة الخارجة}}{\text{القدرة الداخلة}} \times 100\%$

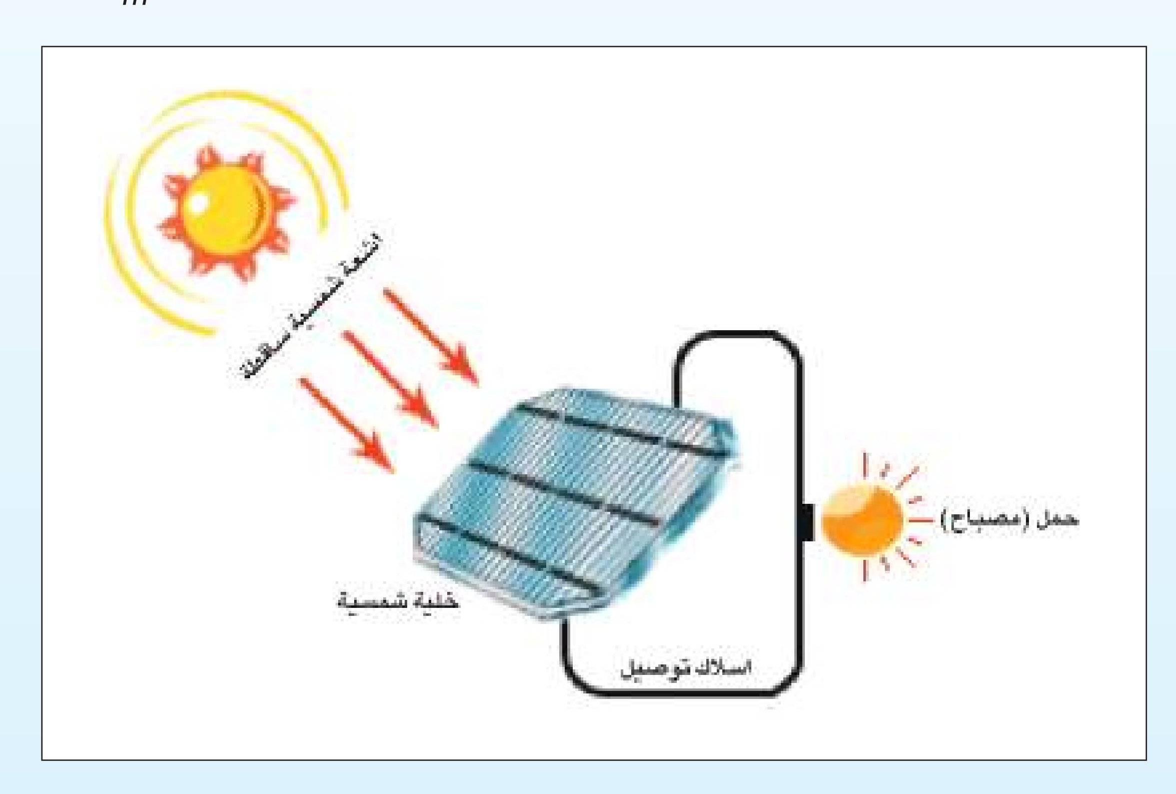
= $\frac{\text{القدرة الخارجة}}{\text{شدة الاشعاع الساقط} \times \text{المساحة السطحية للخلية الشمسية}} \times 100\%$

$$\text{Solar Cell convertion efficiency} = \frac{\text{Output Power}}{\text{Input Power}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$



إذا علمت ان ابعاد خلية شمسية $(4cm \times 6cm)$ لاحظ الشكل التالي. احسب القدرة المستلمة من قبل الخلية الشمسية (القدرة الداخلة) إذا كانت شدة الاشعاع الشمسي الساقط على الخلية تساوي $1400 \frac{Watt}{m^2}$.



الحل:

المساحة = Area

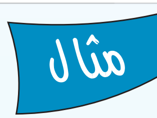
$$Area = 4\ cm \times 6\ cm = 0.04\ m \times 0.06\ m$$

$$= 0.0024\ m^2$$

القدرة المستلمة(الداخلة) = شدة الاشعاع الشمسي الساقط × المساحة الكلية للخلية الشمسية

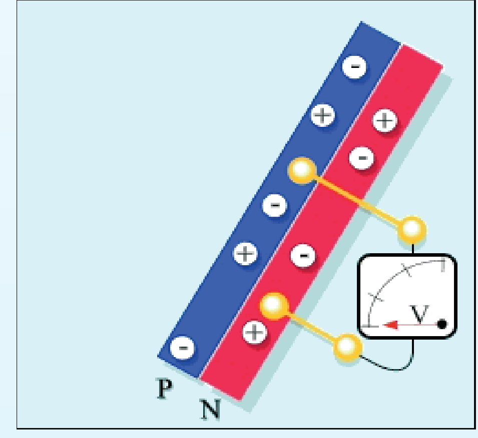
$$Input\ Power = 0.0024\ m^2 \times 1400\ \frac{Watt}{m^2}$$

مقدار القدرة الداخلة $= 3.36$ watt



خلية شمسية بشكل مربع ابعادها $(0.2m \times 0.2m)$ فاذا كان مقدارشدة الاشعاع الشمسي الساقط على الخلية يساوي $1400\ \frac{Watt}{m^2}$ وان التيار المتولد من قبل الخلية الشمسية $0.16\ A$ وبفرق جهد مقداره $12V$ لاحظ الشكل التالي. احسب كفاءة الخلية الشمسية لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية ؟





الحل:

القدرة الكهربائية الخارجة = التيار × الفولطية
Output power = current × voltage

$$= 0.16A \times 12\,V$$

$$= 1.92\ \text{watt}$$

كفاءة تحويل الطاقة للخلية الشمسية = $\frac{\text{القدرة الخارجة}}{\text{القدرة الداخلة}}$ × 100%

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

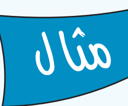
$$= \frac{1.92}{1400 \times 0.2 \times 0.2} \times 100\%$$

$$= \frac{1.92}{56} \times 100\%$$

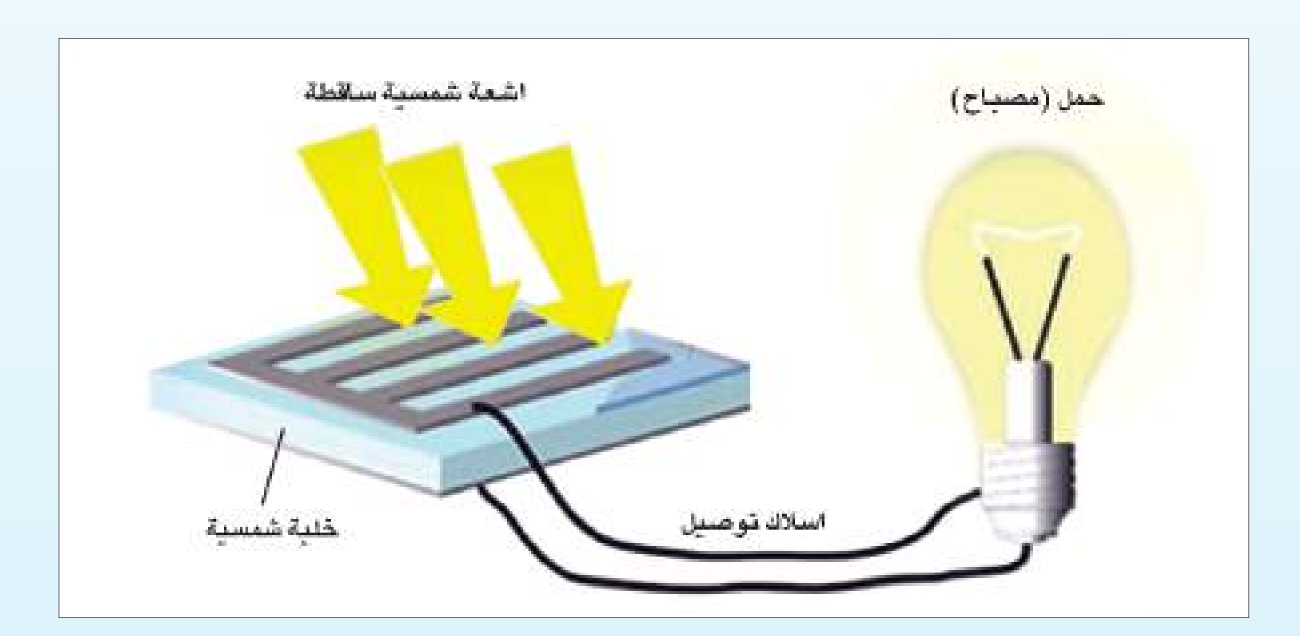
$$= 3.42 \times 10^{-2} \times 100\%$$

$$= 0.0342 \times 100\%$$

كفاءة الخلية الشمسية $\eta = 3.4\%$



إذا كانت كفاءة تحويل خلية شمسية هي 0.12 (أي 12%) وبمساحة سطحية للخلية الشمسية بحدود $0.01m^2$ احسب القدرة الخارجة علما ان مقدار شدة الاشعاع الشمسي الساقط على هذه الخلية تساوي $1400 \frac{Watt}{m^2}$.



الحل:

كفاءة تحويل الطاقة للخلية الشمسية = $\frac{\text{القدرة الخارجة}}{\text{القدرة الداخلة}}$ × 100 %

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$0.12 = \frac{P_{out}}{1400 \frac{Watt}{m^2} \times 0.01 m^2}$$

مقدار القدرة الخارجة $P_{out} = 1.68\ watt$

التطبيقات الحرارية للطاقة الشمسية

تشكل الطاقة الحرارية جزءاً كبيراً من استعمالات الإنسان للطاقة لذلك شاعت التطبيقات الحرارية المبنية على مبدأ استثمار الطاقة الشمسية ومن هذه التطبيقات:

تكنولوجيا تسخين الماء والتدفئة (السخان الشمسي)

إن السخان الشمسي عبارة عن منظومة متكاملة تتكون من اجزاء عدة تستعمل في تجميع الاشعة الشمسية الساقطة واستثمار طاقتها الحرارية حيث يستفاد منها في تسخين المياه خلال فترة سطوع الشمس لاحظ الشكل (15) وكذلك في تدفئة المنازل والبيوت.

وتستعمل معادن معينة في هذه المنظومات وهي عبارة عن معادن غير قابلة للصدأ مطلية باللون الاسود لغرض امتصاص اكبر كمية ممكنة من الاشعة الشمسية مثل اكاسيد الكروم والكوبلت.



شكل (15) السخان الشمسي

وهناك انواع اخرى تستعمل فيها المرايا بشكل قطع مكافئ للحصول على حرارة التسخين. لاحظ الشكل (16).



الشكل (16)

تكنولوجيا تحلية المياه باستعمال الطاقة الشمسية

Water Purification by Solar Technology

ان من اهم الوسائل المستعملة حاليا لتحلية المياه بالطاقة الشمسية هي:

- **الطريقة غير المباشرة لتحلية المياه بالطاقة الشمسية:**

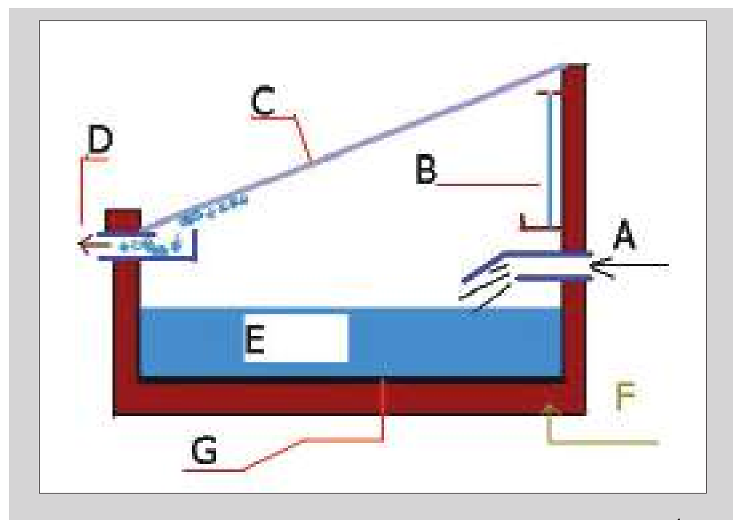
وتعتمد هذه الطريقة على توفير الطاقة اللازمة لوحدات التحلية وتشغيلها باستعمال الخلايا الشمسية اذ بوساطتها يمكن الحصول على طاقة حرارية أو طاقة كهربائية أو ميكانيكية، لاحظ الشكل (17).



الشكل (17)

- **الطريقة المباشرة لتحلية المياه بالطاقة الشمسية:**

وفي هذه الطريقة تستعمل اشعة الشمس كمصدر حراري لرفع درجة حرارة الماء غير النقي ومن ثم تبخيره وتحويله إلى ماء نقي باستعمال المقطر الشمسي. لاحظ الشكل (18).



A: دخول الماء المالح
B: المرآة
C: غطاء زجاجي
D: خروج الماء المقطر
E: ماء مالح
F: طبقة خاصة
G: صفيحة سوداء

الشكل (18)

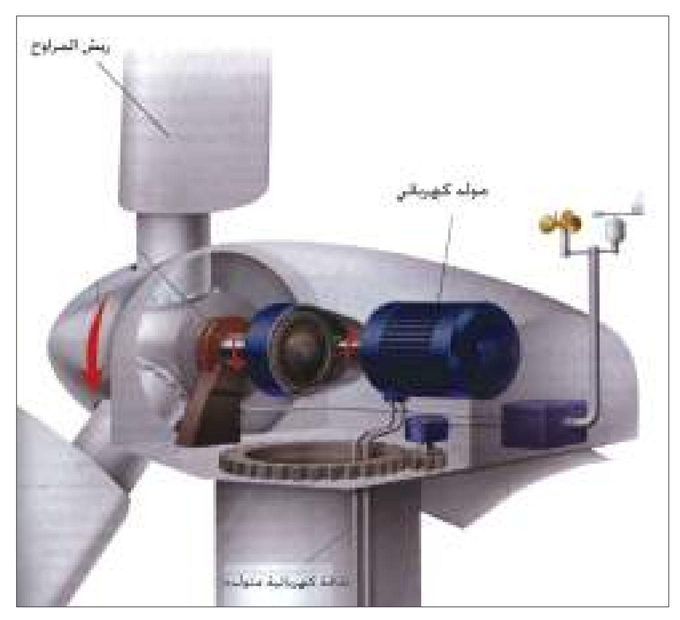
هل تعلم

تستعمل الخلايا الشمسية لتوليد الطاقة الكهربائية وتستثمر الطاقة المتولدة لرفع مياه الابار لاحظ الشكل الآتي.



8-3-2 تكنولوجيا طاقة الرياح (أو الطاقة الهوائية) Wind Energy Technology

أن مبدأ عمل تقنية الرياح يعتمد على استثمار قوة الرياح في تدوير المروحة الهوائية اذ تؤثر الرياح بقوة وتحرك ريش المراوح وتجعلها تدور، وتتصل المروحة مع مولد كهربائي فتدور نواة المولد وتتولد نتيجة لذلك الطاقة الكهربائية لاحظ الشكل (19) علما ان حركة الهواء متغيرة حسب المواقع فتكون سريعة في المناطق الساحلية والمناطق الصحراوية.



الشكل (19) مبدأ عمل تكنولوجيا طاقة الرياح

مصدر طاقة الرياح يعتمد على سرعة الرياح والتي يجب ان تكون بمعدلات لاتقل عن $5.4 \frac{m}{s}$ وعلى ان يجري هبوبها لساعات طويلة خلال اليوم، لاحظ الشكل (20).



الشكل (20) طاقة الرياح لطواحين هوائية.

8-3-3 تكنولوجيا طاقة الوقود الحيوي Biofuel Energy

الوقود الحيوي هو الطاقة المستثمرة من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية منها. وهو اهم مصادر الطاقة المتجددة. ويتصدر الوقود الحيوي السائل ليكون اهم مصادر انتاج هذا النوع من الطاقة. وينتج الوقود السائل بنوعين هما:

1. **وقود الايثانول السائل Ethanol fuel:** حيث يستخرج من قصب السكر، البطاطا الحلوة، الذرة والتمر، بعدها يتم معالجته بعمليات وبنسب محددة للاستعمال في مجالات عدة لاحظ الشكل (21). ويستعمل هذا الوقود ايضا في تشغيل بعض أنواع السيارات.

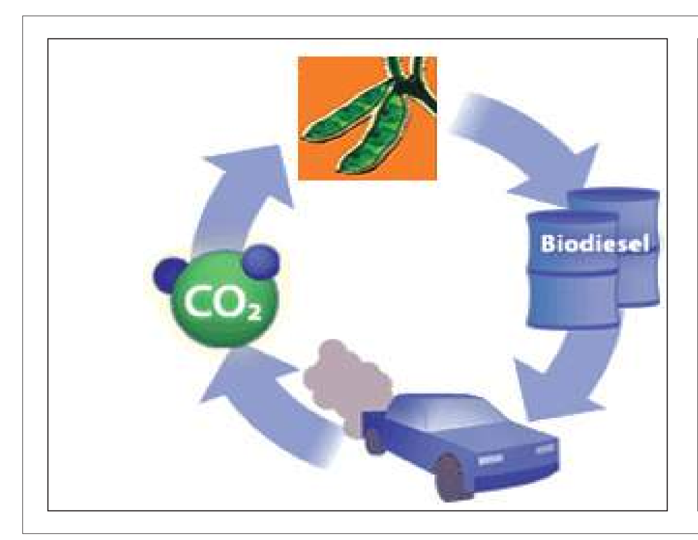




الشكل (21) انتاج وقود الايثانول السائل

2. **وقود الديزل الحيوي Biodiesel fuel:** يستخرج من النباتات الحاوية على الزيوت مثل فول الصويا، وزيت النخيل وعباد الشمس وغيرها، بعد معالجتها كيميائيا لاحظ الشكل (22).





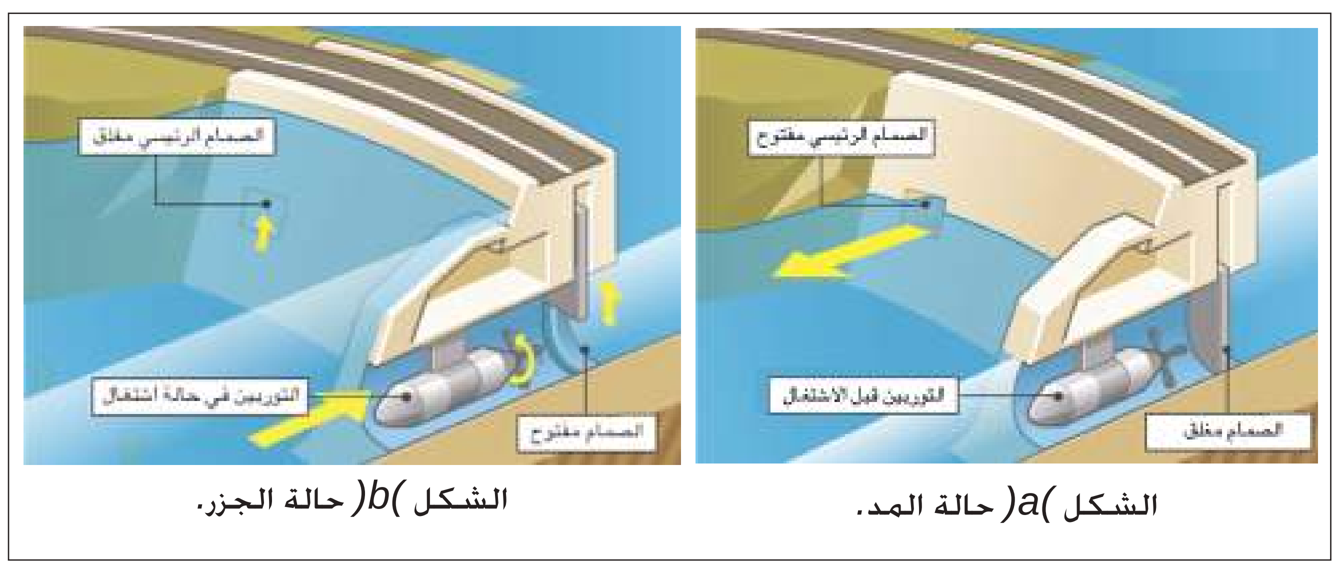
الشكل (22) انتاج وقود الديزل الحيوي

هل تعلم

يمكن الحصول على الوقود الحيوي الغازي (غاز الميثان) من التحلل الكيميائي للمزروعات والفضلات ومخلفات الحيوانات وتحلل النفايات والمجاري ومخلفات الاغذية عن طريق الهضم اللاهوائي.

4-3-8 تكنولوجيا طاقة المد والجزر Tidal energy

هي عملية استثمار حركة المد والجزر في توليد الطاقة الكهربائية وتقوم الفكرة على ان منسوب الماء يرتفع وقت المد لاحظ شكل (23-a) وينخفض وقت الجزر لاحظ الشكل (23-b) في البحار والمحيطات وفي ضوء ذلك يشكل فارق ارتفاع وانخفاض منسوب المياه وحركته مصدرا كبيرا للطاقة إذا اخذنا بنظر الاعتبار ملايين الامتار المكعبة التي تتعرض لهذه الحركة حيث يمكن الافادة منها في تشغيل التوربينات لتوليد الطاقة الكهربائية.



الشكل (b) حالة الجزر.

الشكل (a) حالة المد.

الشكل (23)

أسئلة الفصل الثامن

س/1	إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- من مصادر الطاقة غير المتجددة هي:

a- طاقة المد والجزر.

b- طاقة الرياح.

c- طاقة الفحم الحجري.

d- طاقة الهيدروجين.

2- أي الامثلة الآتية هو من مصادر الطاقة المتجددة:

a- الغاز الطبيعي.

b-النفط.

c- طاقة الخلايا الشمسية.

d- الطاقة النووية.

3- الخلية الشمسية تصنع من:

a- التيتانيوم.

b- الالمنيوم.

c- الكاربون.

d- السيليكون.

4- الخلية الشمسية تحول الطاقة:

a- الحرارية الى طاقة كهربائية

b- الحرارية الى طاقة ضوئية

c- الشمسية الى طاقة ضوئية

d- الضوئية الى طاقة كهربائية

5- المولدات الطافية تستعمل في البحر لغرض توليد:

a- طاقة الهيدروجين

b- طاقة المد والجزر

c- طاقة الرياح

d- الطاقة الشمسية

6- الوقود المستعمل في المفاعلات النووية هو:

a- الكادميوم

b- الراديوم

c- الثوريوم

d- اليورانيوم

7- الطاقة المتولدة من حركة أو سقوط المياه تدعى:

a- الطاقة الحيوية

b- الطاقة المائية

c- الطاقة الشمسية

d- الطاقة النووية

8- معدل الطاقة العظمى المستلمة في الثانية الواحدة لكل متر مربع (شدة الاشعاع الشمسي) على سطح الخلية الشمسية تساوي :

a - $1200 \frac{Watt}{m^2}$

b - $1000 \frac{Watt}{m^2}$

c - $1400 \frac{Watt}{m^2}$

d - $1100 \frac{Watt}{m^2}$

9- خلية شمسية كفاءة تحويلها (0.17) وبمساحة سطحية ($0.01m^2$) وكانت شدة الأشعاع الشمسي الساقط عليها ($1400 \frac{Watt}{m^2}$) فالقدرة الناتجة هي:

a- 2.2Watt

b- 1.8 Watt

c- 2.38 Watt

d- 2 Watt

10- اذا كان مقدار التيار الذي ولده لوح شمسي ($0.5A$) بفرق جهد ($10V$) فأن مقدار القدرة الخارجة هي:

a- 6Watt

b- 5Watt

c- 8Watt

d- 4Watt

11- اذا كانت القدرة الخارجة لخلية شمسية (4 Watt) والقدرة الداخلة (32 Watt) فأن كفاءة تحويل الطاقة للخلية الشمسية هي:

a- 4.5%

b- 12.5%

c- 5%

d- 5.5%

س2	اذا إزداد عدد الخلايا الشمسية المربوطة على التوالي مع بعضها. وضح كيف يتغير مقدار الفولطية الخارجة منها ؟

س3	توضع طبقة من الزجاج على لوح الخلية الشمسية عند صناعتها ؟ ما الفائدة من ذلك ؟

س4	تفضل الطاقة المتجددة على أنواع الطاقة غير المتجددة ؟ وضح ذلك ؟

س5	اذكر مبدأ عمل كلٍ من:

1- تكنولوجيا الخلايا الشمسية.

2- تكنولوجيا طاقة الرياح.

الفصل التاسع 9



فيزياء الجو وتقنية الاتصالات الحديثة

Physics of Atomosphere and Modren Communication Technology

مفردات الفصل





الأهداف السلوكية

بعد دراسة هذا الفصل ينبغي ان يكون الطالب قادراً على أن:

- يشرح مكونات جو الأرض.
- يذكر طبقات الغلاف الجوي.
- يعرف طبقة الأوزون.
- يعدد أنواع قنوات الارسال السلكية.
- يذكر مكونات الليف البصري.
- يميز بين الموجات الأرضية والموجات السماوية.
- يعدد مكونات الهاتف النقال.
- يحدد أستعمالات الاقمار الصناعية.

المصطلحات العلمية

Atmosphere and its Contents	جو الأرض ومكوناته
Atmospheric Layers	طبقات الغلاف الجوي
Modern Communications Technology	تقنية الاتصالات الحديثة
Wired Channels	قنوات الاتصال السلكية
Wireless Channels	قنوات الاتصال أللاسلكية
Wireless Waves Propagation	انتشار الموجات أللاسلكية
Mobile phone	الهاتف النقال
Satellites	الأقمار الصناعية

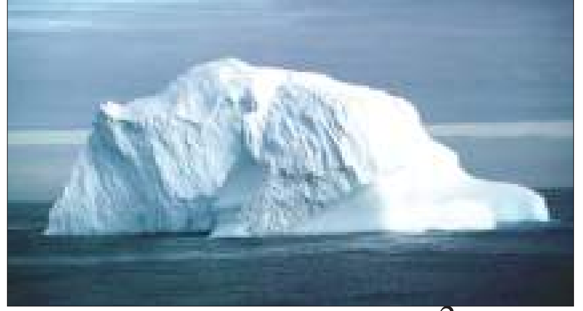
1-9 جو الأرض ومكوناته Atmosphere and its Contents

تطلق عبارة جو الأرض على غلاف الهواء المحيط بالكرة الأرضية إحاطة تامة، وسمك الغلاف الجوي يعد صغيرا جدا مقارنة بقطر الأرض. فُيرى من الفضاء كأنه طبقة رقيقة من الضوء الأزرق الغامق في الأفق لاحظ الشكل (1).

الغلاف الجوي عبارة عن طبقة مكونة من خليط من الغازات التي تحيط بالكرة الارضية مرتبط بها بفعل الجاذبية الأرضية. ويتألف من خليط من الغازات موجود بعضها بنسب ثابتة مثل الهواء الجاف الذي تكون مكوناته على سطح الأرض بنسبة مئوية ثابتة المبينة في الجدول رقم (1).

وينتج عن النشاط البشري غير المتوازن إفسادا للغلاف الجوي، وذلك بتغيير هذه النسب عن حالتها الطبيعية، مما ادى الى تزايد الاحتباس الحراري. فترتب عنه تغيرات مناخية وفيضانات وانصهار نسب من الجليد في القطبين وأعاصير غير مألوفة، لاحظ الشكل (2).





شكل (2) فياضانات وذوبان الجليد نتيجة لتزايد الاحتباس الحراري



الشكل (1)

جدول (1)

العنصر (الغاز)	الصيغة الكيميائية	النسب المئوية (٪) لتواجد الغازات في الغلاف الجوي (للاطلاع)
النتروجين	N_2	78.08
اوكسجين	O_2	20.94
أركون	Ar	0.9325
ثنائي أكسيد الكاربون	CO_2	0.036
نيون	Ne	0.0018
هليوم	He	0.0005
كريبتون	Kr	0.0001
ميثان	CH_4	0.00017
هيدروجين	H_2	0.00005
ثنائي أوكسيد النتروجين	N_2O	0.00003
الأوزون	O_3	0.000004
زينون	Xe	0.000009

هل تعلم

الاحترار العالمي هو ظاهرة ازدياد معدل الحرارة في جو الأرض أكثر من المعدل الطبيعي وعدم تسربها إلى خارج الغلاف الجوي نتيجة امتصاص غاز ثنائي أوكسيد الكاربون المنبعث من المصانع والانشطة البشرية المختلفة.

2-9 طبقات الغلاف الجوي Atmospheric Layers

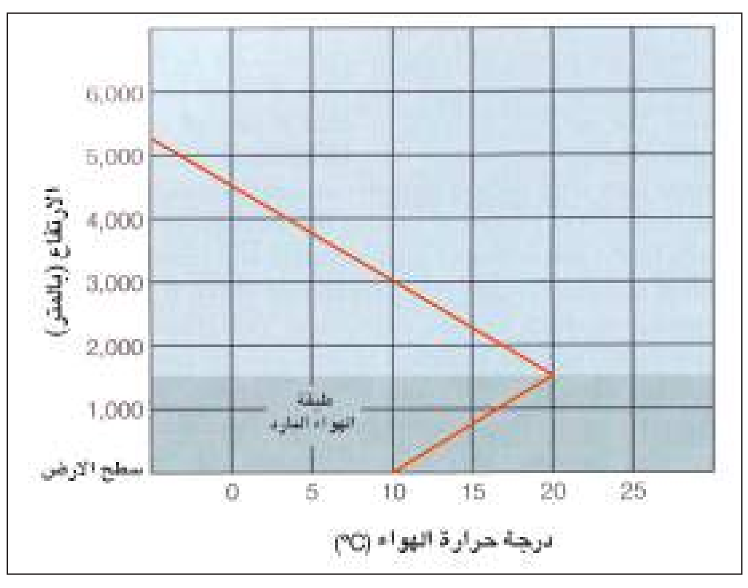
الغلاف الجوي للأرض هو كتلة غير متجانسة حيث يتكون من طبقات بعضها فوق بعض، وتُحدّد هذه الطبقات حسب ما تحتويه كل طبقة من غازات اعتماداً على ضغطها ودرجة حرارتها، فهي تتغير مع الارتفاع عن سطح الارض بشكل يميز كل طبقة عن غيرها، ويتكون الغلاف الجوي من خمس طبقات رئيسة وهي:

1- التروبوسفير (Troposphere).
2- الستراتوسفير(Stratosphere).
3- الميزوسفير (Mesosphere).
4- الثرموسفير (Thermosphere).
5- الإكسوسفير (Exosphere).

1- التروبوسفير (Troposphere):

وهي الطبقة الاولى من الغلاف الجوي القريبة من سطح الارض وتمتد الى ارتفاع 14km تقريباً من مستوى سطح الارض وتشكل 80% من الغلاف الجوي. وتمتاز بانها أكثر الطبقات اضطراباً ففيها تحدث جميع الظواهر المناخية والتغيرات الجوية.

وفي هذه الطبقة يتناقص سريعاً كل من الضغط والكثافة مع الارتفاع عن سطح الأرض كما تتناقص درجة الحرارة بمعدل ثابت يسمى ثابت التناقص حيث تهبط درجة الحرارة حوالي $6.5\ ^{0}C$ لكل كيلو متر واحد. لاحظ الشكل (3).

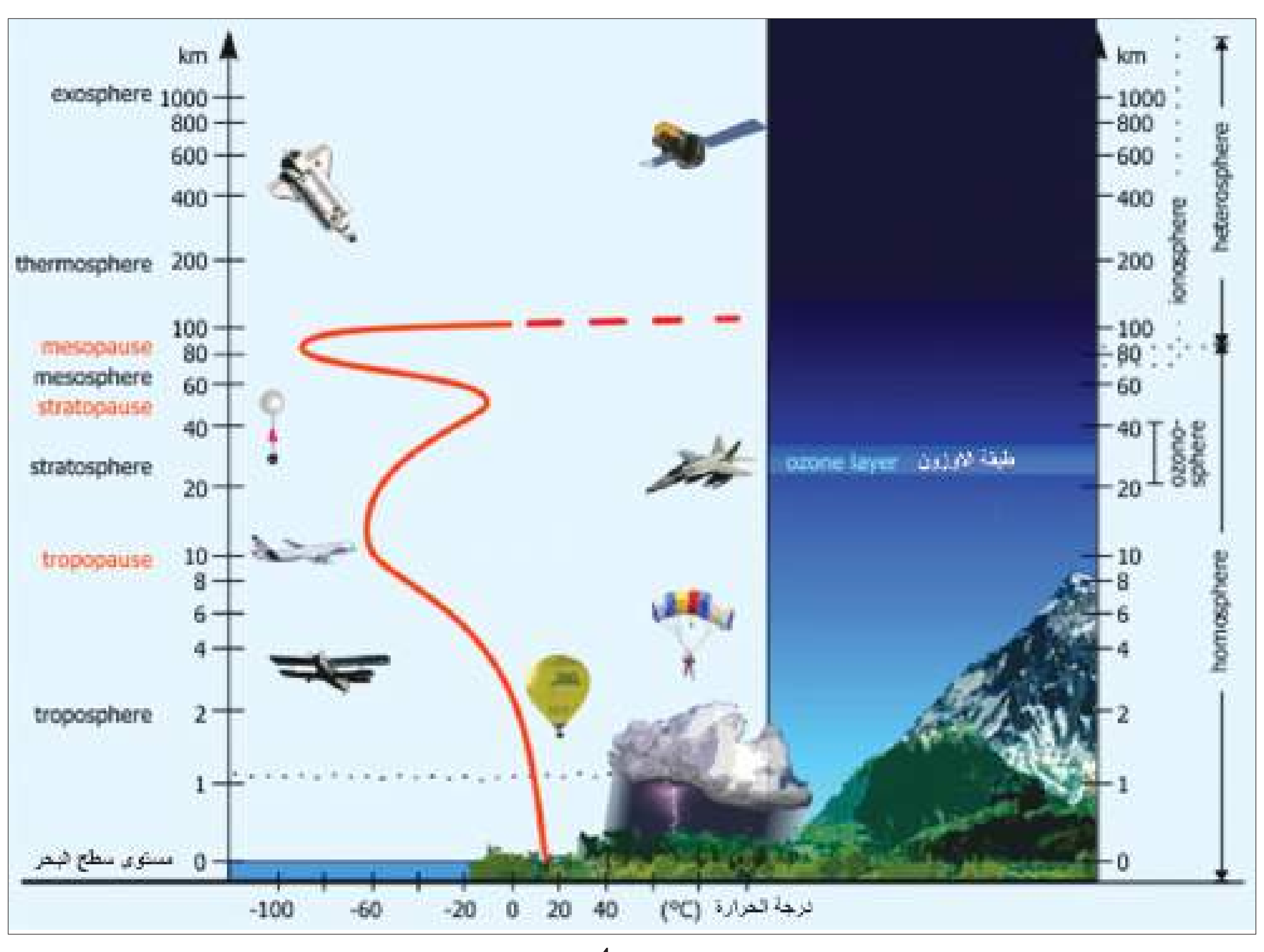


شكل (3) للاطلاع

2- الستراتوسفير (Stratosphere):

وهي الطبقة التي تقع فـوق طبقة التروبوسفير لاحــظ الشكل (4)، وتمتد من ارتفــاع (14 km) حتى (50 km) وتمتاز باحتوائها على طبقة الأوزون (Ozone Layer) ويكون اكبر تركيز للأوزون على ارتفاع (25 km) عن سطح الأرض (91%). وهي تقريباً عند منتصف طبقة الستراتوسفير.

وتمتاز طبقة الستراتوسفير بازدياد درجة الحرارة النسبي مع زيادة الارتفاع عن سطح الارض حيث ترتفع بمدى (-60°C) عند الحافة السفلى إلى (-15°C) عند الحافة العليا لها من هذه الطبقة.



الشكل (4)

طبقة الأوزون Ozone Layer

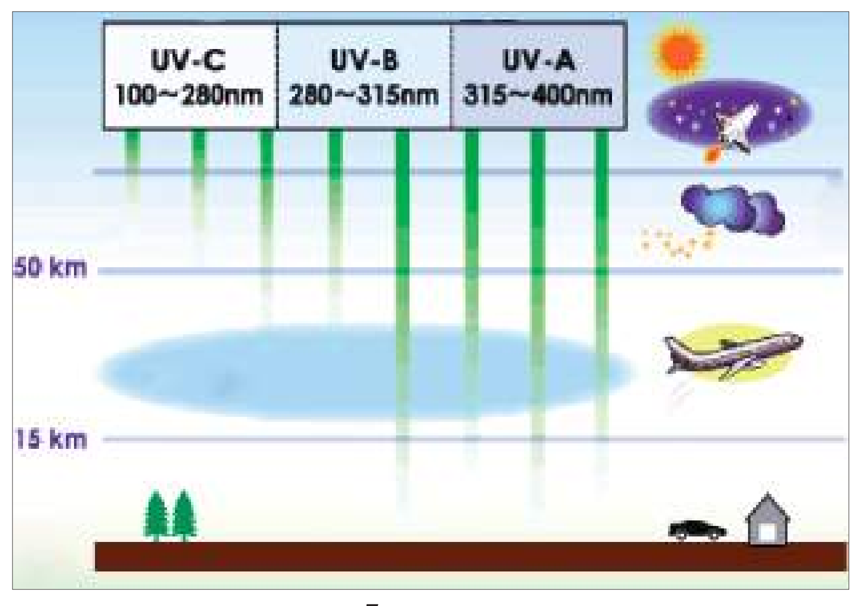
يتولد الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير بوساطة الأشعة فوق البنفسجية (Ultraviolet) التي مصدرها الشمس. ومن ملاحظتك للشكل (5) يمكن تصنيف الأشعة فوق البنفسجية إلى ثلاثة أنواع وهي (A و B و C). والتأثير السلبي لهذه الأشعة يكمن في النوع C إذ يؤثر في الأحياء الموجودة على سطح الأرض، وقد حبانا الله سبحانه وتعالى بطبقة الأوزون التي تعتبر مظلة واقية لكل كائن حي على سطح الأرض، إذ تقوم هذه الطبقة بحجب الإشعاع المؤذي نوع (C) من الوصول إلى سطح الأرض، في حين إن نوعي الأشعة فوق البنفسجية (A و B) لها دور في توليد الأوزون (O_3) حيث تُمْتَصْ الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس من قبل جزيئة الأوكسجين (O_2) الموجودة في الجو وتفككها إلى ذرتي اوكسجين (O + O) وبعدها تندمج كل ذرة واحدة مع جزيئة الاوكسجين (O_2) مولدة جزيئة الأوزون (O_3) حسب المعادلة الآتية:

$$O_2 + UV \rightarrow O + O$$

جزيئة أوكسجين + أشعة فوق البنفسجية نوع (A و B) ← ذرة اوكسجين + ذرة اوكسجين

$$O + O_2 \rightarrow O_3$$

ذرة اوكسجين + جزيئة اوكسجين ← جزيئة الاوزون



الشكل (5)

ومن الجدير بالذكر إن التعرض للأشعة فوق البنفسجية نوع (B) لفترة طويلة يؤدي إلى تأثيرات سلبية قد تسبب حروق للجلد وبعض الأحيان قد يسبب سرطان الجلد.

هل تعلم

مصطلح ثقب الاوزون يدل على انخفاض في تركيز الاوزون (أو انخفاض نسبته)، ويتضح (الثقب) في المنطقة المحيطة بالقطب الجنوبي والقطب الشمالي الجغرافيين للكرة الارضية بمساحات كبيرة لهذين القطبين.

3- الميزوسفير (Mesosphere) :

طبقه الميزوسفير موجودة في منتصف الغلاف الجوي وتمتد من ارتفاع (50 km) وحتى ارتفاع (90 km) ومكوناتها الغازية (الهليوم والهيدروجين) وهي ذات ضغط منخفض وقليلة الكثافة، إن درجه الحرارة في الميزوسفير تقل مع زيادة الارتفاع عن سطح الارض. وفي المنطقة العليا للميزوسفير تنخفض درجة الحرارة إلى أقصى ما يمكن، اذ تبلغ حوالي ($-120^{o}C$)، لاحظ الشكل (4).

4- الثرموسفير (Thermosphere):

هي عبارة عن طبقة ساخنة فوق الميزوسفير وتعرف بالطبقة الحرارية وترتفع من (90 km) حتى ارتفاع (500 km). وتحتوي على الكترونات حرة وايونات وتعرف أيضا بالطبقة المتأينة الايونوسفير (Ionosphere) وتتصف هذه الطبقة بزيادة درجة الحرارة مع الارتفاع عن سطح الارض حتى تصل إلى حوالي ($1000^{o}C$) عند حافتها العليا لاحظ شكل (4)، وتمتاز هذه الطبقة بخاصية عكس الموجات الراديوية ذوات الترددات الأقل من (300 KHz) لاحظ الشكل (6).



كل طبقة من طبقات الغلاف الجوي لها مردودها النافع على البشر وطبقة الايونوسفير على سبيل المثال تعكس موجات الراديو التي تبث من مركز معين الى الارض لتسمح بذلك وصول البث الى مسافات بعيدة.

الشكل (6)

5- الإكسوسفير (Exosphere):

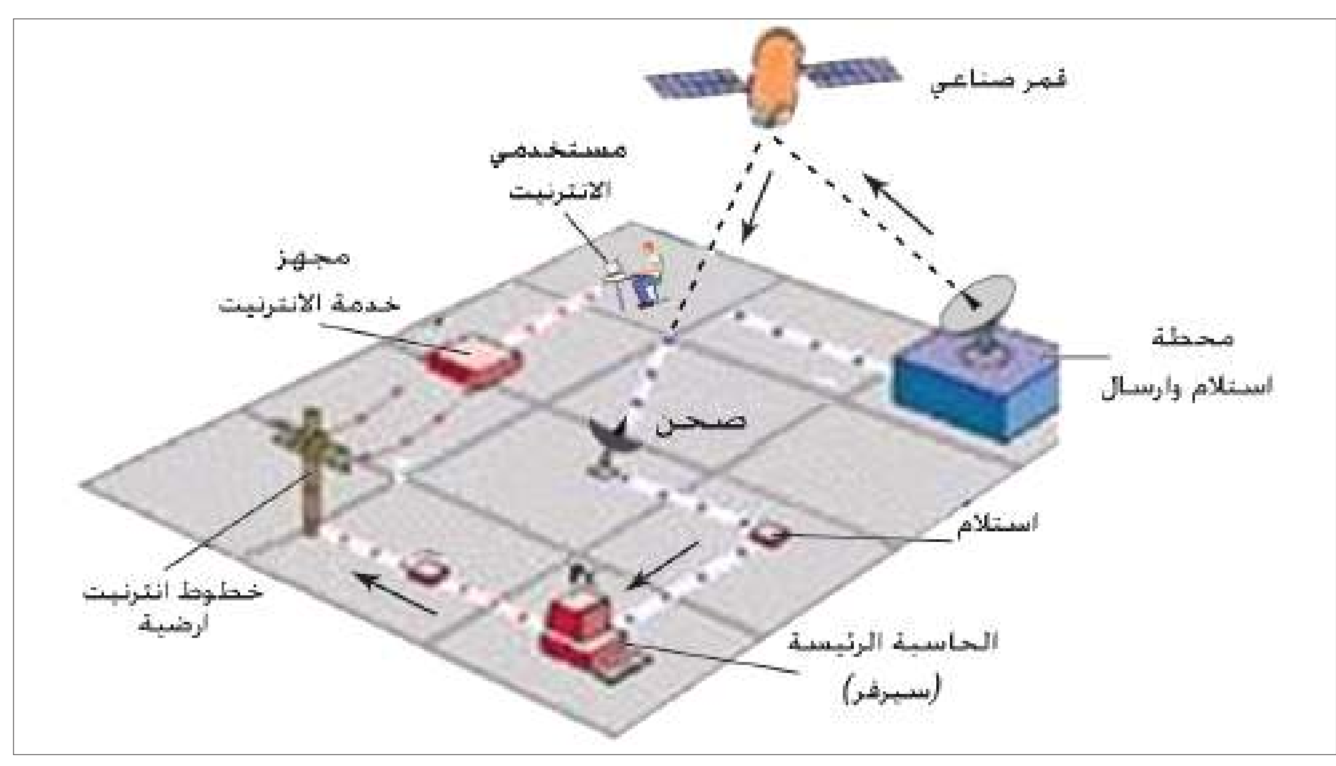
أعلى طبقة من طبقات جو الأرض وتقع على ارتفاع يزيد على (500 km) عن سطح الأرض وتمثل الغلاف الغازي الخارجي، لاحظ الشكل (7) وجزيئات الغاز فيها تتحرك بسرعة كبيرة جدا بحيث تمتلك طاقة حركية كافية للإفلات من قوة جذب الارض والهروب إلى الفضاء الخارجي.



الشكل (7)

3-9 تقنية الاتصالات الحديثة Modern Communications Technology

منظومات الاتصالات الحديثة تمتد عبر أرجاء العالم كافة وتنقل إشارات الصوت والبيانات والصور مع العديد من المعلومات المختلفة، وقد أدى التطور السريع في صناعة الحواسيب والإلكترونيات الدقيقة إلى تطورهذه الاتصالات حيث صار تبادل المعلومات بصورة تلقائية أمر ميسر وسهل جدا كما في الانترنيت (الشبكة الدولية للمعلومات) لاحظ شكل (8).

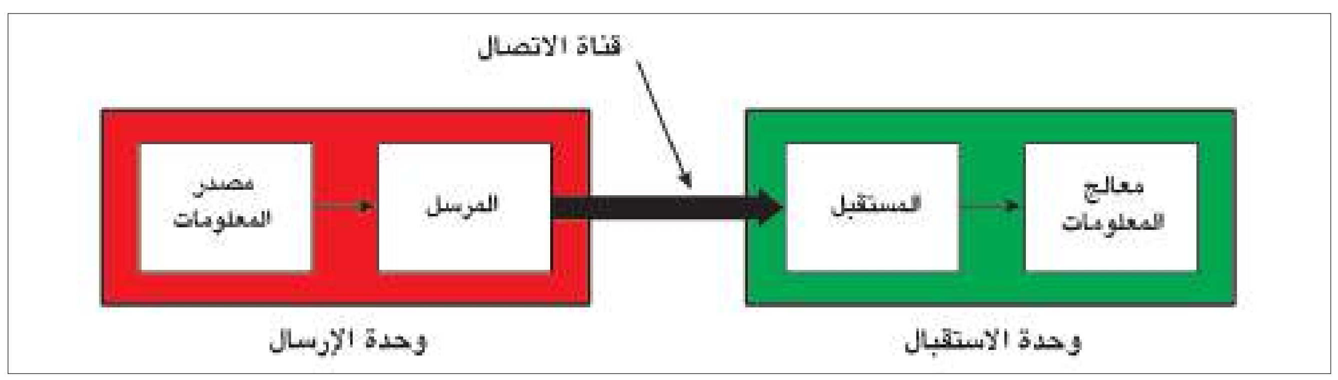


الشكل (8)

1-3-9 وحدات منظومة الاتصالات Communication System Units

تتكون منظومة الاتصالات من ثلاث وحدات أساسية لاحظ الشكل (9)، وهي كما ياتي:

1- وحدة الإرسال (Transmitting Unit): الوحدة المسؤولة عن تحويل الإشارة من مصدر المعلومات (صوت ، صورة ، بيانات...) إلى إشارة كهربائية أو ضوئية (موجات كهرومغناطيسية) لتكون مناسبة للإرسال عبر قناة الاتصال المستعملة.



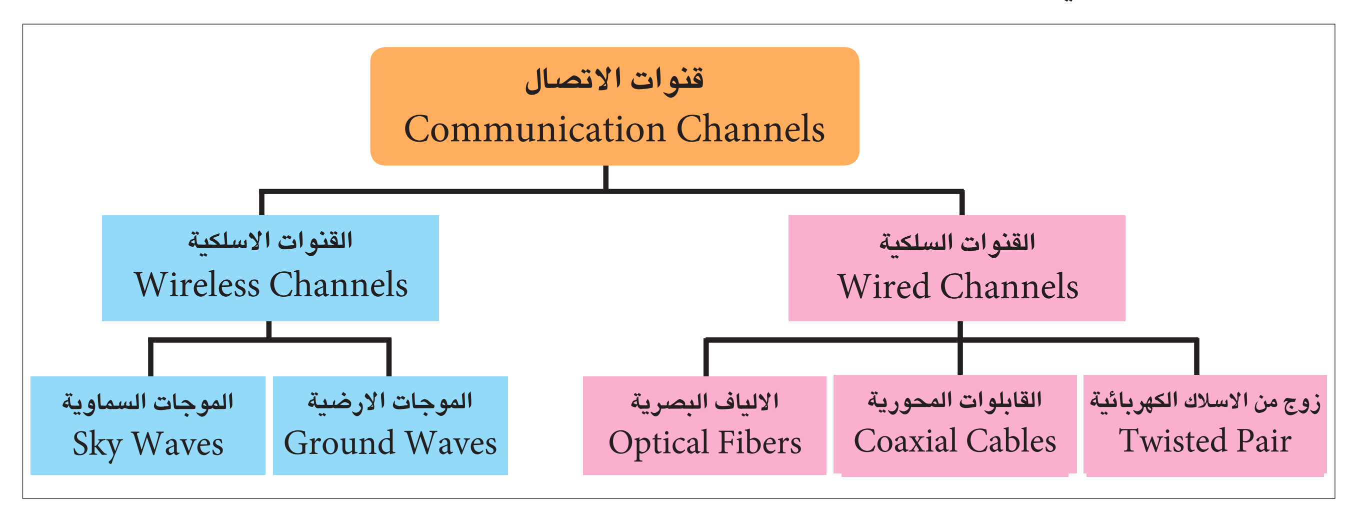
الشكل (9)

2- قناة الاتصال (Communication Channel): المقصود بها وسيلة الربط بين المرسل والمستقبل ويمكن أن تكون سلكية أو لاسلكية.

3- وحدة الاستقبال (Receiving Unit): الوحدة المسؤولة عن استخلاص إشارة المعلومات الواردة من المرسل وتعيدها إلى شكلها الأصلي الذي كانت عليه قبل الإرسال.

2-3-9 أنواع قنوات الاتصال Types of Communications Channels

قنوات الاتصال التي تستعمل لنقل المعلومات بين المرسل والمستقبل ويمكن أن تكون على نوعين:

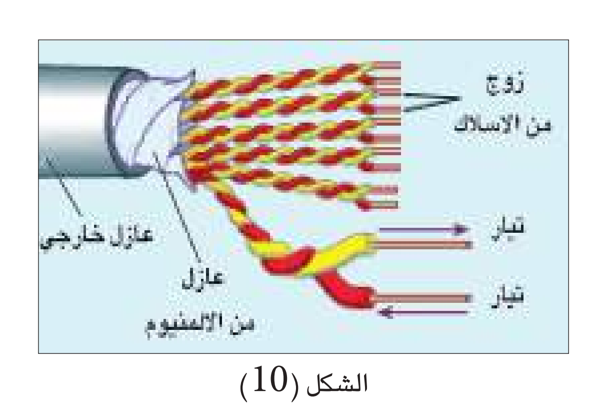


مخطط (2)

1- قنوات الاتصال السلكية (Wired Channels):

تعد قنوات الإرسال السلكية الوسيلة المادية بين طرفي الاتصال وهما المصدر (المرسل) والجهة المقصودة (المستقبل)، وتتكون من:

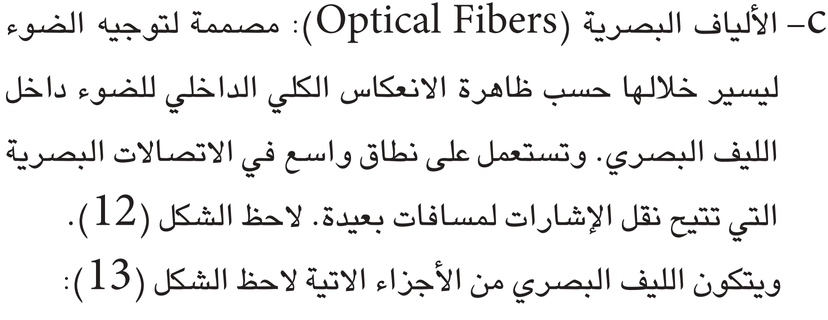
a- زوج من الأسلاك الكهربائية (Twisted Pairs): سلكين متوازيين معزولين عن بعضهما عزلاً كهربائياً يقومان بنقل الإشارة لاحظ الشكل (10).



الشكل (10)

b- القابلوات المحـــورية (Coaxial Cables): تتألف من اسطوانتين معدنيتين متحدتي المركز، الاسطوانة الأولى عبارة عن سلك مرن مخصص لنقل المعلومات تحيط به مادة عازلة وتحاط المادة العازلة بالاسطوانة الثانية والتي هي عبارة عن شبكة معدنية تمثل الأرضي واخيرا يغلف القابلو المحوري بمادة عازلة لغرض الحماية. لاحظ الشكل (11). ويستعمل هذا النوع في نقل الإشارات ذات الترددات العالية نسبيا.

الشكل (11)



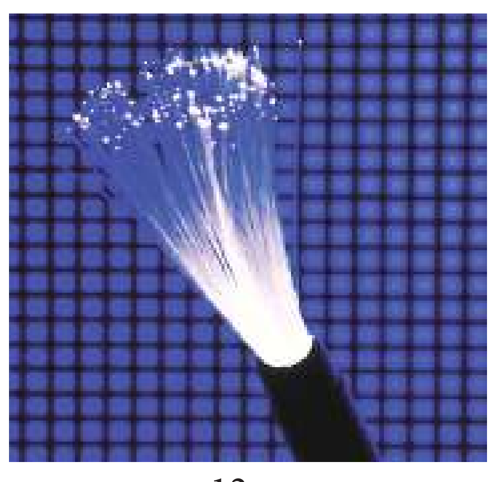
c- الألياف البصرية (Optical Fibers): مصممة لتوجيه الضوء ليسير خلالها حسب ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي للضوء داخل الليف البصري. وتستعمل على نطاق واسع في الاتصالات البصرية التي تتيح نقل الإشارات لمسافات بعيدة. لاحظ الشكل (12).

ويتكون الليف البصري من الأجزاء الاتية لاحظ الشكل (13):

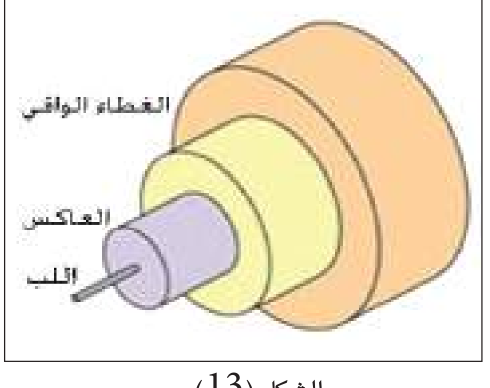
1- اللب (Core): عبارة عن زجاج أو مادة لدنة شفافة للضوء رفيع ينتقل فيه الضوء.

2- العاكس (Cladding): مادة تحيط باللب الزجاجي تعمل على عكس الضوء إلى مركز الليف البصري.

3- الغطاء الواقي (Coating Buffer): غلاف يحيط بالليف البصري ليحميه من الأضرار والكسر والرطوبة.



الشكل (12)



الشكل (13)



2- قنوات الاتصال اللاسلكية (Wireless Channels):

وسيلة الاتصال التي تعتمد على الموجات الكهرومغناطيسية بين طرفي الاتصال (المرسل والمستقبل) وتنتقل بخطوط مستقيمة وبسرعة مساوية لسرعة الضوء.

4-9 انتشار الموجات اللاسلكية Propagation Waves Wireless

الموجات اللاسلكية تنتشر في الجو بطريقتين هما الموجات الأرضية والموجات السماوية:

الموجات الأرضية:

موجات راديوية تنتقل قريبة من سطح الأرض لذا يشار لها أحياناً بالموجات السطحية، وتكون قصيرة المدى بسبب انتشارها بخطوط مستقيمة، لذا فهي غير قادرة على تأمين الاتصالات إلا لمسافات قصيرة نسبياً، نتيجة لتحدب سطح الأرض، وتعتمد على طبيعة الهوائي وتردد الموجات الناقلة وقدرة جهاز الارسال. ويكون ترددها اقل من 200MHz.

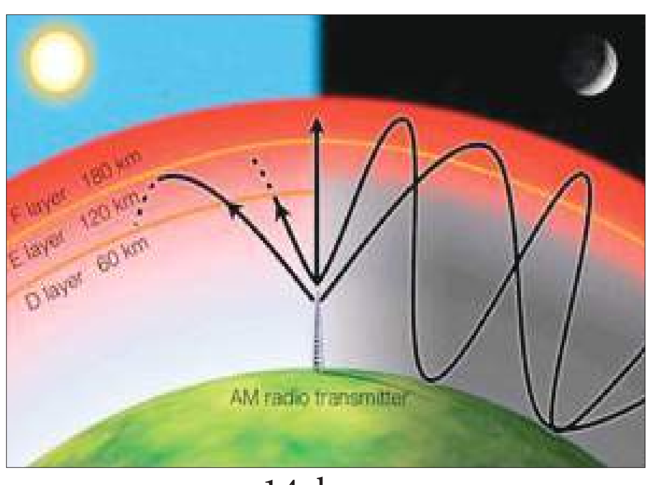


الشكل (14-a)

الموجات السماوية:

تستعمل هذه في الاتصالات بعيدة المدى وتسلك أنماط مختلفة تبعاً لتردداتها، فالموجات عالية التردد High Frequency(HF) لها القابلية على الانعكاس عن طبقة الايونوسفير مما يمكنها الانتقال خلال مسافات بعيدة لآلاف الكيلومترات لاحظ الشكلين (14-a) ، (14-b).

أما الموجات ذات التردد الأعلى من HF فهي الموجات المايكروية (microwaves) إذ تتمكن من اختراق طبقة الايونوسفير وتنفذ إلى الفضاء الخارجي. لذا تستعمل في اتصالات الأقمار الصناعية حيث يعمل القمر الصناعي على تسلم هذه الموجات وتقويتها وإعادة بثها إلى الأرض كما في الشكل (14-b) وتستعمل ايضا في الهواتف النقالة.



الشكل (14-b)

5-9 الهاتف النقال Mobile Phone

يُعد جهاز الهاتف النقال من الأجهزة التقنية المعقدة بسبب تكدس الدوائر الالكترونية على مساحة صغيرة. لاحظ الشكل (15). وهو وسيلة اتصال لاسلكية.



الشكل (15)

المكونات الاساسية للهاتف النقال:

يحتوي الهاتف النقال على الاجزاء التالية كما في الشكل (16):

1- دائرة الكترونية تحتوي رقائق المعالج والذاكرة.

2- هوائي.

3- شاشة العرض.

4- لوحة مفاتيح.

5- لاقطة الصوت.

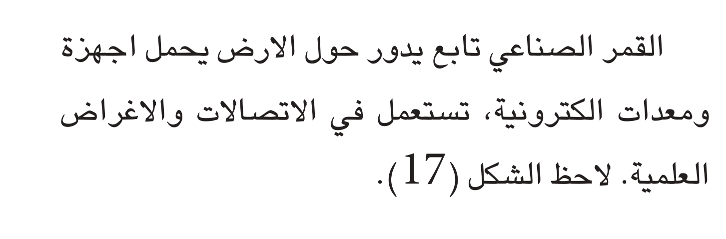
6- السماعة.

7- البطارية.

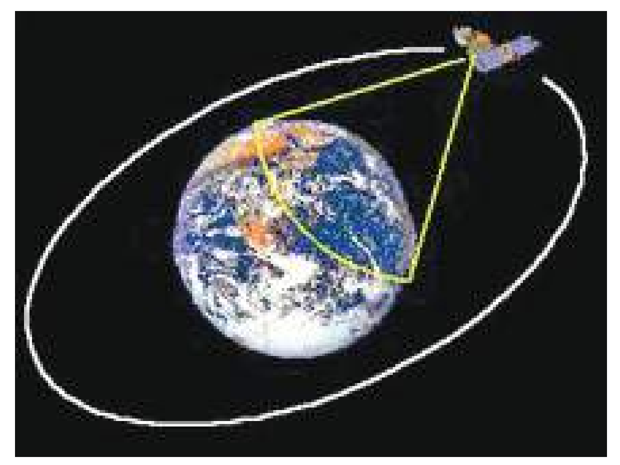


الشكل (16)

6-9 الأقمار الصناعية Satellites



القمر الصناعي تابع يدور حول الارض يحمل اجهزة ومعدات الكترونية، تستعمل في الاتصالات والاغراض العلمية. لاحظ الشكل (17).



الشكل (17)

ومن استعمالاتها:

1- أقمار صناعية للاتصالات:

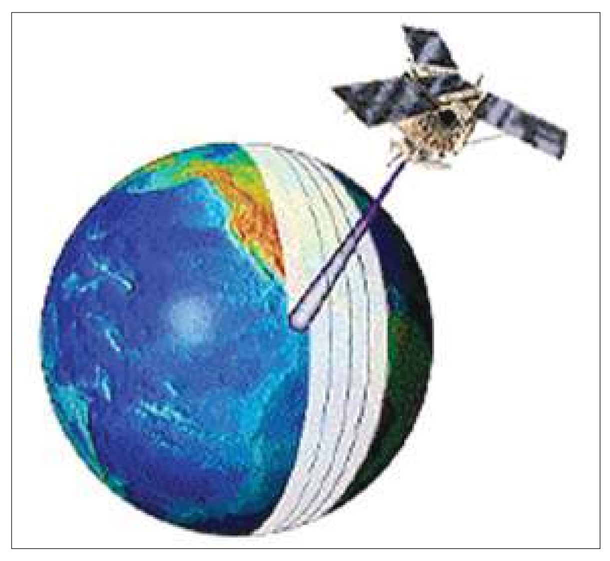
أقمار مخصصة لإغراض الاتصالات الهاتفية ، والقنوات الفضائية التلفازية ، ونقل المعلومات وتكون على ارتفاعات عالية جدا بحدود 36000 km عن سطح الأرض (وهي أعلى من بقية الأقمار) كما موضح في الشكل (18).



الشكل (18)

2- أقمار صناعية علمية:

الغاية منها مراقبة الطقس ، الأنواء الجوية ، النشاط الشمسي، وأقمار منظومة تحديد المواقع العالمية (GPS) وتكون على ارتفاعات متوسطة لاحظ الشكل (19).



الشكل (19)

3- أقمار صناعية للأغراض العسكرية:

تدور في مدارات خاصة وبارتفاعات واطئة نسبيا لمسح وتصوير المواقع العسكرية لأغراض التجسس وغيرها.

أسئلة الفصل التاسع

س1	إختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي:

1- يتألف الغلاف الجوي من خليط من عدة غازات موجودة مع بعضها البعض بنسبة:

a- متغيرة

b- ثابتة

c- متساوية

d- متعادلة

2- تسمى طبقه الغلاف الجوي التي تحتوي طبقة الأوزون:

a- الميزوسفير

b - الستراتوسفير

c- التروبوسفير

d- الاكسوسفير

3- أعلى طبقه من طبقات الغلاف الجوي هي:

a- الستراتوسفير

b - الثرموسفير

c- الاكسوسفير

d- الميزوسفير

4- وسيله الربط بين المرسل والمستقبل تسمى قناة الأتصال ويمكن أن تكون :

a- سلكيه فقط

b- لاسلكية فقط

c- سلكيه أو الياف بصرية

d- لاسلكية وسلكية

5- تتألف القابلوات المحورية من:

a- أسطوانتين معدنيتين تفصل بينهما ماده عازلة

b- ثلاث أسطوانات تفصل بينها ماده عازلة

c- شبكه معدنية محاطة بمادة عازلة

d- أسطوانة معدنية واحدة محاطة بمادة عازلة

6- يتركب الليف البصري من:

a- أربع طبقات

b- ثلاث طبقات

c- طبقتين أثنتين

d- طبقة واحدة

7- تستعمل الموجات السماوية للاتصالات:

a- بعيده المدى

b- قصيرة المدى

c- متوسطة المدى

d- بعيدة المدى ومتوسطة المدى

8- الغاية من الأقمار الصناعية العلمية:

a- تصوير المواقع الارضية

b- مراقبه الطقس والأنواء الجوية

c- لأغراض الاتصالات

d- للاغراض العسكرية.

س2	صحح العبارات الاتية أذا كانت خاطئة دون تغير ماتحته خط:

1- يتألف الغلاف الجوي من خليط من غازات جميعها متغير النسب.

2- الغلاف الجوي للأرض هو كتلة متجانسة ومن طبقات بعضها فوق بعض.

3- في طبقه التروبوسفير يزداد الضغط والكثافة ودرجه الحرارة مع زيادة الارتفاع عن سطح الارض.

4- تمتاز طبقه الستراتوسفير بأحتوائها على الكترونات حرة وأيونات .

5- بتاثير الأشعة فوق البنفسجية من نوع (A ، B) في الاوكسجين يتولد الاوزون.

6- طبقه الستراتوسفير توجد في متنصف الغلاف الجوي.

7- تمتاز طبقه الثرموسفير بقابليتها في عكس الموجات الراديوية.

8- تتكون منظومة الاتصالات من ثلاث وحدات اساسية.

9- يطلق احياناً على الموجات الراديوية السطحية بالموجات السماوية.

10- إرتفاعات الأقمار الصناعية للاتصالات عالية جداً عن سطح الارض.

س3	أذكر أربعة غازات من مكونات الغلاف الجوي ؟

س4	أذكر طبقات الغلاف الجوي الرئيسة ؟

س5	اذكر ميزات الطبقات الجوية الاتية:
	1- التروبوسفير 2- الستراتوسفير 3- الميزوسفير

س6	ما هو الأوزون؟ و أين يوجد ؟ وكيف يتكون ؟

س7	مم تتكون منظومة الاتصالات الحديثة ؟ وما وظيفة كل وحدة اساسية منها ؟

س8	اذكر أنواع قنوات الاتصال السلكية ؟

س9	ما المكونات الرئيسة للهاتف النقال ؟

س10	أذكر ثلاث أستعمالات للاقمار الصناعية ؟

محتويات الكتاب

الفصل الأول — الكهربائية الساكنة

الفصل الثاني — المغناطيسية

الفصل الثالث — التيار الكهربائي

الفصل السابع	المحولة الكهربائية

الفصل الثامن	تكنولوجيا مصادر الطاقة

الفصل التاسع	فيزياء الجو وتقنية الاتصالات الحديثة

جدول يوضح بعض الأدوات والاجهزة الفيزيائية

الاسم	الرمز	الشكل
مقاومات (Resistances)		
مصباح (Lamp)		
قابس (Plug)		
بطاريات (Batteries)		
جهاز الاميتر (Ammeter)		
فاصم (Fuse)		
جهاز الفولطميتر (Voltmeter)		

جدول يوضح بعض الكميات الفيزيائية ووحداتها:

الكمية (بالعربي)	الكمية (بالانكليزي)	وحدتها			
القوة	Force	Newton	N	J/m	$Kg.m/s^2$
الطاقة	Energy	Joule	J	N.m	$Kg.m^2/s^2$
القدرة	Power	Watt	W	J/s	$Kg.m^2/s^3$
الضغط	Pressure	Pascal	Pa	N/m^2	$Kg/m.s^2$
التردد	Frequency	Hertz	Hz	cycle/s	s^{-1}
الشحنة الكهربائية	Electric charge	Coulomb	C		A.s
الجهد الكهربائي	Electric potential	Volt	V	J/C	$Kg.m^2/A.s^3$
المقاومة الكهربائية	Electric resistance	Ohm	Ω	V/A	$Kg.m^2/A.s^3$
المتسعة	Capacitance	Farad	F	C/V	$A^2.s^4/Kg.m^2$
المجال المغناطيسي	Magnetic field	Tesla	T	N.s/C.m	$Kg/A.s^2$
الفيض المغناطيسي	Magnetic flux	Weber	Wb	$T.m^2$	$Kg.m^2/A.s^2$